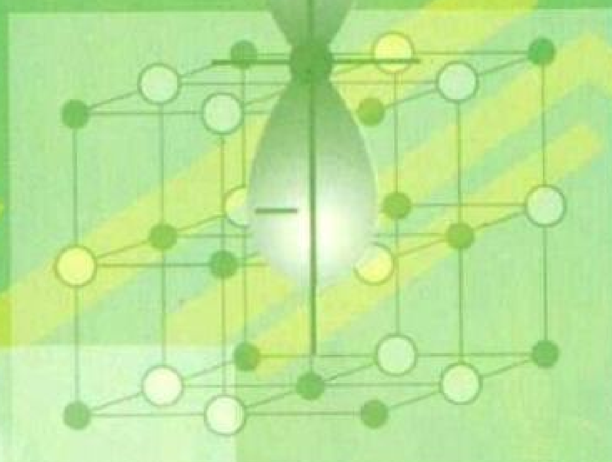
NGÔ NGỌC AN

HOÁ HỌC

Cơ bản & Nâng cao 10

THPT

* Bồi dưỡng học sinh giỏi Hóa
* Bồi dưỡng học sinh thi Olympic





NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

NGÔ NGỌC AN

HOÁ HỌC

CƠ BẢN VÀ NÂNG CAO

THPT

10

- Bồi dưỡng học sinh giỏi hoá
- Bồi dưỡng học sinh thi Olympic

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

LỜI NÓI ĐẦU

*Bộ sách **"Hoá học cơ bản và nâng cao"** từ lớp 8 đến lớp 12 là một trong những bộ sách tham khảo nhằm giúp các em học sinh hoàn thiện kiến thức và nâng cao kĩ năng giải bài tập hoá học.*

Nội dung bộ sách được biên soạn thống nhất gồm 2 phần:

– Phần thứ nhất tóm tắt kiến thức cơ bản theo sách giáo khoa mới đồng thời bổ sung một số kiến thức cần thiết, liên quan. Sau phần tóm tắt có bài tập áp dụng và cuối mỗi chương có bài tập mang tính tổng hợp. Hệ thống bài tập trong bộ sách rất phong phú, đa dạng và phần lớn đều ở mức nâng cao.

– Phần thứ hai là hướng dẫn giải, đáp số của các bài tập tự giải. Mỗi bài tập tiêu biểu cho một dạng bài tập cơ bản đều có lời giải chi tiết để từ đó hình thành phương pháp giải.

Chúng tôi hi vọng bộ sách này là một tài liệu tham khảo đối với giáo viên và là tài tiệu học tập thiết thực đối với học sinh.

Tác giả mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc, nhất là của các thầy cô giáo và các em học sinh.

TÁC GIẢ

CHƯƠNG 1

CẤU TẠO NGUYÊN TỬ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NHỚ

I. Dựa vào 4 số lượng tử của nguyên tử để xác định nguyên tố.

Để đặc trưng cho trạng thái một electron trong nguyên tử, người ta dùng 4 số lượng tử:

Tên gọi	*Kí hiệu*	*Giá trị*	*Ý nghĩa*
1. Số lượng tử chính	n	• Nguyên: 1, 2, 3, 4,... n: 1 2 3 4 5 6 7 Lớp: K L M N O P Q	• Đặc trưng cho mức năng lượng của electron, được dùng để chỉ các lớp electron trong nguyên tử. • Xác định kích thước và năng lượng của obitan.
2. Số lượng tử phụ hay số lượng tử obitan	l	• Nguyên: từ 0 → n–1 l: 0 1 2 3 4 5... Phân lớp: s p d f g h...	• Đặc trưng cho các phân lớp electron khác nhau. • Cho biết hình dạng obitan trong không gian.
3. Số lượng tử từ m	m	• Nguyên: từ –l, ..., 0, ...,+l	• Đám mây trong không gian không thể định hướng tùy ý mà được xác định bởi số lượng tử từ.
4. Số lượng tử spin m_s	m_s	• Chỉ có 2 giá trị $+\frac{1}{2}$ (kí hiệu ↑) và $-\frac{1}{2}$ (kí hiệu ↓)	• Đặc trưng với điện tử còn có sự quay xung quanh trục riêng theo hai chiều ngược nhau. • Quy định số obitan trong cùng mức năng lượng, có (2l + 1) giá trị.

Khi viết electron điền vào các ô lượng tử cần nhớ:

• *Quy tắc Hund I: Các electron điền vào các ô lượng tử sao cho tổng số spin là cực đại.*

• *Sắp xếp electron vào obitan có số lượng tử m: Hiện nay có 2 cách sắp xếp khác nhau:*

Cách 1: *Xếp các electron lần lượt chiếm các obitan bắt đầu m có trị số nhỏ nhất trước.*

Cách 2: *Xếp các electron lần lượt chiếm các obitan bắt đầu m có trị số lớn nhất trước.*

Khi gặp đề bài: "Xác định nguyên tử có điện tử chót với 4 số lượng tử". Đề bài nên ghi rõ sắp xếp theo cách nào.

• *Không thể có hai electron có cùng 4 số lượng tử. Nói cách khác, mỗi obitan chỉ có thể chứa tối đa 2 electron có spin ngược chiều nhau.*

Các số lượng tử và các obitan nguyên tử

n	l	obitan	m	Số obitan
1	0	1s	0	1
2	0	2s	0	1
	1	2p	−1 0 +1	3
3	0	3s	0	1
	1	3p	−1 0 +1	3
	2	3d	−2 −1 0 +1 +2	5
4	0	4s	0	1
	1	4p	−1 0 +1	3
	2	4d	−2 −1 0 +1 +2	5
	3	4f	−3 −2 −1 0 +1 +2 +3	7

Số lượng tử và trình tự điền điện tử vào các mức và phân mức trong nguyên tử

Chu kì	n	l	m	m_s	Số e tối đa trong phân mức	Cấu hình e tối đa	Số e tối đa	Số nguyên tố trong chu kì	Thứ tự điền điện tử vào mức và phân mức của nguyên tử các nguyên tố
I	1	0	0	+½ và −½	2	$1s^2$	2	2	Từ H đến He điền điện tử vào phân mức 1s
II	2	0	0	+½ và −½	2	$2s^2$	8	8	Từ Li đến Ne điền điện tử vào phân mức 2s, sau đó 2p
		1	−1, 0, +1	+½ và −½	6	$2p^6$			
III	3	0	0	+½ và −½	2	$3s^2$	18	8	Từ Na đến Ar điền điện tử vào phân mức 3s, sau đó 3p. Phân mức 3d chưa được điền
		1	−1, 0, +1	+½ và −½	6	$3p^6$			
		2	−2, −1, 0, +1, +2	+½ và −½	10	$3d^{10}$			
IV	4	0	0	+½ và −½	2	$4s^2$	32	18	Từ K đến Kr điền điện tử vào các phân mức theo thứ tự 4s, 3d, 4p. Các phân mức 4d và 4f chưa được điền
		1	−1, 0, +1	+½ và −½	6	$4p^6$			
		2	−2, −1, 0, +1, +2	+½ và −½	10	$4d^{10}$			
		3	−3, −2, −1, 0, 1, 2, 3	+½ và −½	14	$4f^{14}$			

V	5	0	0	+½ và –½	2	$5s^2$	50	18	Từ Rb đến Xe điền điện tử vào các phân mức theo thứ tự 5s, 4d, 5p. Các phân mức 4f, 5d, 5f và 5g chưa được điền
		1	–1, 0, +1	+½ và –½	6	$5p^6$			
		2	–2, –1, 0, +1, +2	+½ và –½	10	$5p^{10}$			
		3	–3, –2, –1, 0, 1, 2, 3	+½ và –½	14	$5f^{14}$			
		4	–4, –3, –2, –1, 0, +1, +2, +3, +4	+½ và –½	18	$5g^{18}$			

Trong chu kì 6 thứ tự xếp điện tử như sau:

Cs–$6s^1$; Ba–$6s^2$; La–$5d^16s^2$; Ce–$4f^25d^06s^2$;...; Eu–$4f^75d^06s^2$; Gd–$4f^75d^16s^2$; ... ; Tb–$4f^95d^06s^2$; ...; Yb–$4f^{14}5d^06s^2$; Lu–$4f^{14}5d^16s^2$; ...; Ir–$4f^{14}5d^76s^2$; Pt–$4f^{14}5d^96s^1$; Au–$4f^{14}5d^{10}6s^1$; ...; Rn–$4f^{14}5d^{10}6s^26p^6$.

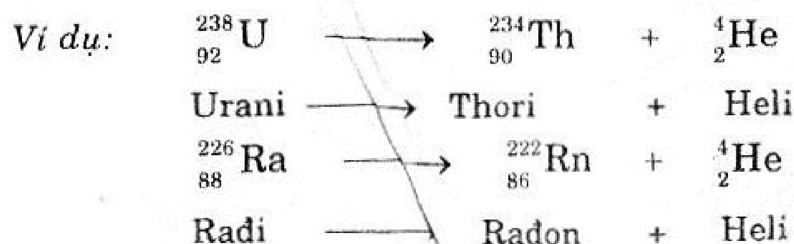
Lưu ý: Với các nguyên tử có từ 4 lớp trở lên, các phân lớp sau cùng sẽ phân bố electron sao cho phân lớp đạt tới bão hòa hay bán bão hòa ($s^2p^6d^{10}f^{14}$ hay $s^1p^3d^5f^7$).

II. Viết phương trình phản ứng hạt nhân

Phản ứng hạt nhân là phản ứng làm thay đổi thành phần hạt nhân nguyên tử để nguyên tử nguyên tố này biến đổi thành nguyên tử nguyên tố khác.

a) Phản ứng trong đó hạt nhân tự phân rã (còn gọi là đồng vị phóng xạ có Z > 83).

Ví dụ:



$$^{238}_{92}U \longrightarrow \, ^{234}_{90}Th + \, ^{4}_{2}He$$

Urani ⟶ Thori + Heli

$$^{226}_{88}Ra \longrightarrow \, ^{222}_{86}Rn + \, ^{4}_{2}He$$

Radi ⟶ Radon + Heli

Hạt nhân phóng xạ hạt β (bêta) còn gọi là phóng xạ kiểu β, các đồng vị phóng xạ có Z < 83

Ví dụ:



$$^{14}_{6}C \longrightarrow \, ^{14}_{7}N + \, ^{0}_{-1}e$$

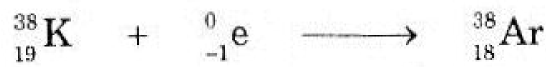
Trong phản ứng này có thể coi như một nơtron trong nhân mất đi một electron để biến thành một proton:



$$^{1}_{0}n \longrightarrow \, ^{1}_{1}p + \, ^{0}_{-1}e$$

b) Sự thâu đoạt electron

Hạt nhân thâu một electron ở lớp electron gần nhất.



$$^{38}_{19}K + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{38}_{18}Ar$$



Kali + e ⟶ Argon

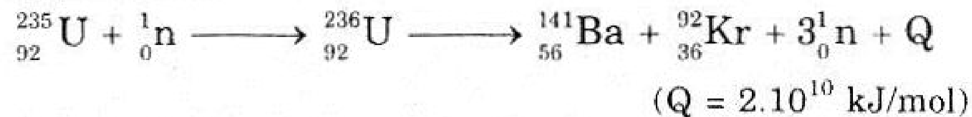
Trong phản ứng này có thể coi như một proton trong nhân nhận một electron để biến thành một nơtron:



$$^{0}_{-1}e + ^{1}_{1}p \longrightarrow ^{1}_{0}n$$

c) Phản ứng phân chia và phản ứng tổng hợp hạt nhân

1/ Phản ứng phân chia:

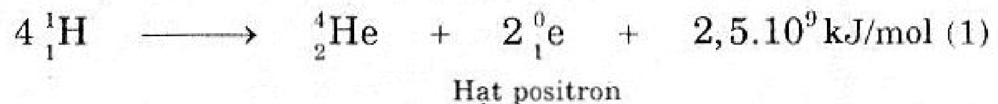


$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{236}_{92}U \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n + Q$$

($Q = 2.10^{10}$ kJ/mol)

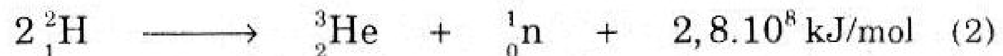
Với một lượng urani đủ lớn các hạt nơtron mới sinh sẽ gây ra một phản ứng dây chuyền đưa nhiệt độ lên hàng triệu độ.

2/ Phản ứng tổng hợp hạt nhân:



$$4\,^{1}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + 2\,^{0}_{1}e + 2,5.10^{9}\text{ kJ/mol} \quad (1)$$

Hạt positron

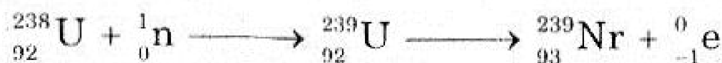


$$2\,^{2}_{1}H \longrightarrow ^{3}_{2}He + ^{1}_{0}n + 2,8.10^{8}\text{ kJ/mol} \quad (2)$$

Năng lượng của phản ứng tổng hợp hạt nhân cao hơn nhiều so với năng lượng sản sinh khi xảy ra phản ứng phân chia hạt nhân.

Chú ý: Một nguyên tố có nhiều đồng vị không nhất thiết tất cả các đồng vị đều tham gia phản ứng hạt nhân và nếu có xảy ra phản ứng hạt nhân thì chiều hướng xảy ra cũng không hoàn toàn giống nhau.

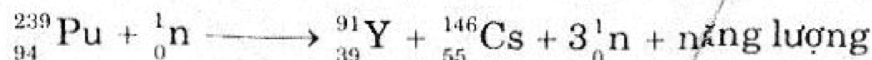
Cần chú ý: Trong phản ứng hạt nhân, cả số khối và điện tích đều được bảo toàn.



$$^{238}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{239}_{92}U \longrightarrow ^{239}_{93}Nr + ^{0}_{-1}e$$



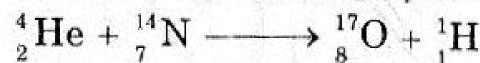
$$^{239}_{93}Nr \longrightarrow ^{239}_{94}Pu + ^{0}_{-1}e$$



$$^{239}_{94}Pu + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{91}_{39}Y + ^{146}_{55}Cs + 3\,^{1}_{0}n + \text{năng lượng}$$

Thảm hoạ bom hạt nhân ở Nhật năm 1945 là phản ứng của urani 235 và plutoni 239.

3/ Điều chế đồng vị phóng xạ nhân tạo:



$$^{4}_{2}He + ^{14}_{7}N \longrightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$$



$$^{4}_{2}He + ^{27}_{13}Al \longrightarrow ^{30}_{15}P + ^{1}_{0}n$$

$^{17}_{8}O$, $^{30}_{15}P$ được gọi là đồng vị nhân tạo trong đó $^{30}_{15}P$ có tính phóng xạ nên được gọi là đồng vị phóng xạ nhân tạo.



$$^{30}_{15}P \longrightarrow ^{30}_{14}Si + ^{0}_{1}e$$

positron (electron dương)

"Đạn hạt nhân" dùng trong các phản ứng bắn phá hạt nhân có thể là hạt α, proton, nơtron, ...

Nhờ phản ứng tạo hạt nhân mới, người ta đã tạo ra nhiều nguyên tố mới để xếp vào các ô trống trong bảng tuần hoàn (xem Phần 2). Ngoài ra còn tạo ra các đồng vị phóng xạ nhân tạo để ứng dụng trong đời sống.

III. Độ rỗng của nguyên tử, của vật chất và khối lượng riêng hạt nhân nguyên tử khi biết kích thước nguyên tử, hạt nhân và số khối.

– Khối lượng riêng của một chất: $D = \dfrac{\text{Khối lượng}}{\text{Thể tích}} = \dfrac{m}{V}$.

– Thể tích khối cầu: $V = \dfrac{4}{3}\pi r^3$ (r là bán kính khối cầu proton).

– Liên hệ giữa D và V ta có công thức: $D = \dfrac{m}{\frac{4}{3}\times 3,14.r^3}$.

B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Xác định tên nguyên tố mà nguyên tử có electron ngoài cùng điền vào cấu hình electron có bộ 4 số lượng tử như sau:

a) n = 2, l = 0, m = 0, s = +1/2 b) n = 3, l = 1, m = –1, s = –1/2

c) n = 4, l = 0, m = 0, s = +1/2 d) n = 4, l = 1, m = –1, s = +1/2.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Xác định tên nguyên tố:

n	l	m	s	Cấu hình e ngoài cùng	Cấu hình e nguyên tử	Tên nguyên tố
2	0	0	+1/2	$2s^1$ [↑]	$1s^2\,2s^1$	Liti: Li
3	1	–1	–1/2	$3p^4$ [↑↓][↑][↑]	$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^4$	Lưu huỳnh: S
4	0	0	+1/2	$4s^1$ [↑]	$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^1$	Kali: K
					$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^5\,4s^1$	Crom: Cr
					$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^{10}\,4s^1$	Đồng: Cu
4	1	–1	+1/2	$4p^1$ [↑][ ][ ]	$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^{10}\,4s^2\,4p^1$	Gali: Ga

2. Xác định nguyên tố X có electron cuối cùng có 4 số lượng tử:

n = 3, l = 1, m = –1, m_s = –1/2.

– X có các mức oxi hóa nào? Trong chất nào? Giải thích tại sao có các mức oxi hóa đó?

– Viết các phương trình phản ứng dạng đơn chất, hoặc hợp chất mà X có sự thay đổi các mức oxi hóa đó?

HƯỚNG DẪN GIẢI

Nguyên tố X có 4 số lượng tử của electron cuối cùng n = 3, l = 1, m = –1, m_S = –1/2 là S.

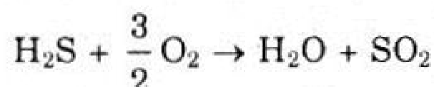
– S có các mức oxi hóa –1, –2, 0, +2, +4, +6 trong các chất FeS_2, H_2S, S, SF_2, SO_2, H_2SO_4 (SO_3).

Giải thích: S có 6e lớp ngoài cùng, phân bố $3s^2$ $3p^4$ 3d. Trạng thái cơ bản S sử dụng 2e độc thân (2e hóa trị). Tùy theo nguyên tố liên kết với hiđro hay flo, clo... mà có số oxi hóa –2 hay +2 trong H_2S (Na_2S), SF_2 (SCl_2)...

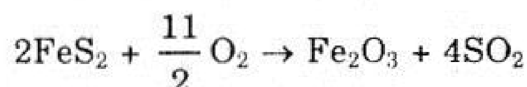
Trường hợp đặc biệt FeS_2: S có số oxi hóa –1.

– Ở trạng thái kích thích, electron phân lớp 3p nhảy sang 3d hoặc electron phân lớp 3s nhảy sang 3d. Khi S sử dụng các electron này sẽ có số oxi hóa +4, +6 như trong SO_2, SO_3...

– Các phương trình phản ứng: S có sự thay đổi số oxi hóa



$$H_2S + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow H_2O + SO_2$$



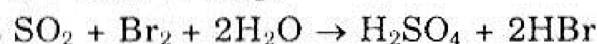
$$2FeS_2 + \frac{11}{2}O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + 4SO_2$$



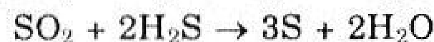
$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$



$$S + 2Na \rightarrow Na_2S$$



$$SO_2 + Br_2 + 2H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2HBr$$



$$SO_2 + 2H_2S \rightarrow 3S + 2H_2O$$



$$2H_2SO_{4\ đặc} + Cu \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

3. Cho 3 nguyên tố có kí hiệu là A, B, C chưa biết, có đặc điểm:

– A, B, C có tổng (n + l) bằng nhau, trong đó $n_A > n_B, n_C$.

– Tổng số electron phân mức cuối của A và B bằng số electron phân mức cuối của C. A và C đứng kế tiếp nhau trong bảng hệ thống tuần hoàn.

– Tổng đại số của bộ 4 số lượng tử của electron cuối cùng của C là 3,5.

a) Hãy xác định bộ 4 số lượng tử của electron cuối cùng của A, B, C.

b) Viết cấu hình electron và cho biết vị trí của A, B, C trong bảng hệ thống tuần hoàn.

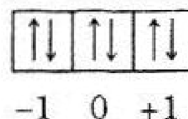
c) Hãy dự đoán tính chất cơ bản của A, B, C.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Ta có: $n_A > n_C$ và "A, C kế tiếp nhau chứng tỏ A và C có cấu hình electron là A $(n+1)s^1$ và (C): np^6 (hoặc $1s^2$).

Trong (C): n + l + m_l + m_S = 3,5 với l = 1, m_l = 1, m_S = –1/2

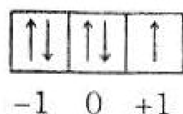
Suy ra n = 2. Vậy (C) có cấu hình electron: $2p^6$



(A) có cấu hình electron cuối cùng: $3s^1$.

B có tổng (n + l) bằng A, B có $n_B < n_A \Rightarrow$ C, B có electron cuối ở phân lớp 2p.

Tổng số electron trên mức cuối của A và B bằng số electron trên phân nức cuối của (C) nên B: $2p^5$.



–1 0 +1

a) Bộ 4 số lượng tử:

A: n = 3	l = 0	$m_l = 0$	$m_S = +1/2$
B: n = 2	l = 1	$m_l = 0$	$m_S = -1/2$
C: n = 2	l = 1	$m_l = +1$	$m_S = -1/2$.

b) Cấu hình electron và vị trí của A, B, C

A: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$

$Z_A = 11$, A thuộc chu kì 3, nhóm IA thuộc ô thứ 11.

B: $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$

$Z_B = 9$, B thuộc chu kì 2, nhóm VIIA thuộc ô thứ 9.

C: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

$Z_C = 10$, C thuộc chu kì 2, nhóm VIIA thuộc ô thứ 10.

c) Tính chất A, B, C:

A có 1e ngoài cùng ⇒ A là kim loại điển hình:



$A - 1e \rightarrow A^+$: tính khử.

B có 7e ngoài cùng ⇒ B là 1 phi kim điển hình:



$B + 1e \rightarrow B^-$: tính oxi hóa mạnh.

C có 8e ngoài cùng ⇒ bền vững (C) trơ.

4. Cho hai nguyên tố A, B đứng kế tiếp nhau trong bảng tuần hoàn có tổng số (n + l) bằng nhau: trong đó số lượng tử chính của A lớn hơn số lượng tử chính của B. Tổng đại số của bộ 4 số lượng tử của electron cuối cùng trên B là 4,5.

Hãy xác định bộ 4 số lượng tử của electron cuối cùng trên A, B.

HƯỚNG DẪN GIẢI

A, B đứng kế tiếp trong hệ thống tuần hoàn có (n + l) bằng nhau, $n_A > n_B \Rightarrow$ cấu hình ngoài cùng.

$$\begin{cases} B: np^6 \\ A: (n+1)s^1 \end{cases} \Rightarrow n + 1 + 1 - \frac{1}{2} = 4,5 \Rightarrow n = 3$$

Vậy bộ 4 số lượng tử của A (n = 4, l = 0, m = 0, s = +1/2)

B (n = 3, l = 1, m = 1, s = –1/2).

5. Trong những nguyên tố có số hiệu nguyên tử từ Z = 1 đến Z = 36, những nguyên tố nào có cấu hình electron thỏa mãn 2 điều kiện:

- Lớp ngoài cùng có 8 electron.
- Lớp ngoài cùng chứa số electron tối đa.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Trong số những nguyên tố có số hiệu nguyên tử từ Z = 1 đến Z = 36 chỉ có nguyên tố neon có cấu hình electron $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ là thỏa mãn cả hai điều kiện nêu trong câu hỏi.

Các nguyên tố khác: He bên ngoài chỉ có 2e.

Ar: 2/8/8 lớp ngoài cùng có 8e nhưng lớp thứ 3 chưa đủ số electron tối đa.

Kr: 2/8/18 lớp ngoài cùng có 8e nhưng lớp thứ 4 chưa đủ số electron tối đa

6. Hợp chất Z được tạo bởi hai nguyên tố M, R có công thức M_aR_b trong đó R chiếm 6,667% về khối lượng. Trong hạt nhân nguyên tử M có n = p + 4, còn trong hạt nhân của R có n' = p', trong đó n, p, n', p' là số nơtron và proton tương ứng của M và R. Biết rằng tổng số hạt proton trong phân tử Z bằng 84 và a + b = 4.

Tìm công thức phân tử của Z.

Viết và cân bằng phương trình phản ứng xảy ra bằng phương pháp thăng bằng electron khi cho Z tác dụng với dung dịch H_2SO_4 đặc tạo ra 2 khí đều có thể làm đục nước vôi trong.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Số khối của nguyên tử M: $p + n = 2p + 4$

Số khối của nguyên tử R: $p' + n' = 2p'$

$$\%m_R \text{ trong } M_aR_b = \frac{2p' \times b}{a(2p+4) + 2p' \times b} = \frac{6,667}{100} = \frac{1}{15}$$

$$\Leftrightarrow \frac{p' \times b}{ap + p'b + 2a} = \frac{1}{15} \qquad (1)$$

– Tổng số hạt proton trong M_aR_b = ap + bp' = 84 (2)

$$a + b = 4 \qquad (3)$$

$$(1) \text{ và } (2) \Rightarrow \frac{p'b}{84 + 2a} = \frac{1}{15}$$

$$\text{Từ (2) suy ra: } \left.\begin{matrix} 15p'b - 84 + 2a \\ p'b = 84 - ap \end{matrix}\right\} \Rightarrow p = \frac{\frac{1176}{a-2}}{15}$$

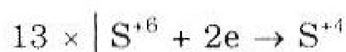
Từ (3) suy ra $1 \le a \le 3$.

a	1	2	3
p	78,26 (loại)	39,07 (loại)	26 (Fe)

a = 3 ⇒ b = 1 ⇒ p' = 6 (cacbon).

Vậy công thức phân tử của Z là Fe_3C.


$2Fe_3C + 22H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + 2CO_2 + 13SO_2 + 22H_2O$


$13 \times$ | $S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4}$


$1 \times$ | $2Fe_3C - 26e \rightarrow 6Fe^{3+} + 2C^{+4}$.

7. Hợp chất A được tạo thành từ cation X^+ và anion Y^-, phân tử A chứa 9 nguyên tử, gồm 3 nguyên tố phi kim với tỉ lệ số nguyên tử của mỗi nguyên tố là 2 : 3 : 4. Tổng số proton trong A là 42 và trong ion Y^- chứa 2 nguyên tố cùng chu kì và thuộc hai nhóm A liên tiếp.

Tìm công thức cấu tạo của A.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Số proton trung bình của 3 nguyên tố $Z = \dfrac{42}{9} = 4,67$.

Phải có một nguyên tố phi kim có Z < 4,67 chỉ có thể là H.

Hai phi kim còn lại có trong Y^- ở một chu kì và hai phân nhóm chính liên tiếp nên số proton tương ứng là Z và Z + 1 (với Z nguyên dương).

– Trường hợp 1: A có 2 nguyên tử H

α) $2 + 3Z + 4(Z + 1) = 42 \Rightarrow Z = \dfrac{36}{7}$: loại.

β) $2 + 4Z + 3(Z + 1) = 42 \Rightarrow Z = \dfrac{37}{7}$: loại.

– Trường hợp 2: A có 3 nguyên tử H

α) $3 + 3Z + 4(Z + 1) = 42 \Rightarrow Z = \dfrac{37}{7}$: loại.

β) $3 + 4Z + 2(Z + 1) = 42 \Rightarrow Z = \dfrac{37}{6}$: loại.

– Trường hợp 3: A có 4 nguyên tử H

α) $4 + 2Z + 3(Z + 1) = 42 \Rightarrow Z = \dfrac{35}{5} = 7$ (nguyên tố N)

$\Rightarrow Z + 1 = 8$ (nguyên tố O).

⇒ Công thức phân tử của A: $H_4N_2O_3$ hay NH_4NO_3: amoni nitrat.

β) $4 + 3Z + 2(Z + 1) = 42 \Rightarrow Z = \dfrac{36}{5}$: loại.

Vậy chỉ có công thức A là NH_4NO_3 là phù hợp.

8. Những phân tử, nguyên tử, ion nào có tổng số electron bằng 10? Viết cấu hình electron của các nguyên tử tương ứng?

HƯỚNG DẪN GIẢI

– Với nguyên tử: Tổng số electron = 10 thì có Z = 10.

– Với ion:

a) Ion âm: là các nguyên tử phi kim có thu thêm electron vào lớp electron ngoài cùng 1, 2, hoặc 3 electron. Nếu có tổng số electron là 10 thì có sẵn của nguyên tử phải là 9, 8, 7. Vậy các phi kim này có Z = 7, 8 hoặc 9.

b) Ion dương: là các nguyên tử kim loại đã nhường 1, 2 hoặc 3 electron ở lớp ngoài cùng. Vậy trước khi những số electron lớp ngoài cùng để chỉ có 10 electron thì các nguyên tử kim loại này phải có 11e, 12e, 13e và Z tương ứng là 11, 12, 13.

– Với phân tử:

a) Phân tử đơn chất: không có trường hợp nào 2 nguyên tử cùng loại kết hợp để tổng số electron ≤ 10 trừ H_2 thì tỉ số electron là 2.

b) Phân tử hợp chất: phân tử có 2 loại nguyên tử kết hợp với nhau để có tổng số electron bằng 10 thì tổng số Z cũng phải bằng 10.

Vậy $Z = \frac{10}{2} = 5$.

Một nguyên tố phải có Z < 5, chỉ có thể là nguyên tố H.

Số nguyên tử H lần lượt có thể là 1, 2, 3, 4

Không thể quá 5 vì Z của nguyên tử còn lại > 5

Z > 5 lần lượt có: ${}_6C$, ${}_7N$, ${}_8O$, ${}_9F$ và công thức hợp chất lần lượt là: CH_4, NH_3, H_2O, HF.

Tổng số electron của các phân tử này bằng 10.

9. Một hợp chất A tạo thành từ các ion X^+ và Y^{2-}. Trong ion X^+ có 5 hạt nhân nguyên tử của hai nguyên tố và có 10 electron. Trong ion Y^{2-} có 4 hạt nhân thuộc 2 nguyên tố trong cùng một chu kì đứng cách nhau một ô trong bảng hệ thống tuần hoàn. Tổng số electron trong ion Y^{2-} là 32. Hãy xác định các nguyên tố trong hợp chất A và lập công thức hóa học của A.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Xác định ion X^+:

X^+ có 10 electron nên tổng số proton trong 5 hạt nhân của X^+ là $10 + 1 = 11 \Rightarrow \overline{Z} = \frac{11}{2} = 2,2 \Rightarrow$ trong X^+ có chứa nguyên tử H.

Gọi nguyên tử thứ hai trong X^+ là R, công thức X^+ có thể là:

RH_4^+: $Z_R + 4 = 11 \Rightarrow Z_R = 7 \Rightarrow$ R là N $\Rightarrow X^+$ là NH_4^+ (nhận).

$R_2H_3^+$: $2Z_R + 3 = 11 \Rightarrow Z_R = 4$ (loại).

$R_3H_2^+$: $3Z_R + 2 = 11 \Rightarrow Z_R = 3$ (loại).

Xác định ion Y^{2-}:

Y^{2-} có 32 electron nên tổng số hạt proton trong 4 hạt nhân của Y^{2-} là $32 - 2 = 30 \Rightarrow Z = \frac{30}{4} = 7,5 \Rightarrow$ 2 nguyên tử trong Y^{2-} đều thuộc chu kì 2.

Gọi 2 nguyên tử trong Y^{2-} là A và B $\Rightarrow Z_B = Z_A + 2$

Công thức Y^{2-} có thể là:

$$AB_3^{2-}: \begin{cases} Z_A + 3Z_B = 30 \\ Z_B = Z_A + 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_A = 6 \\ Z_B = 8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A : C \\ B : O \end{cases}$$

$$A_2B_2^{2-}: \begin{cases} 2Z_A + 2Z_B = 30 \\ Z_B = Z_A + 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_A = 6,5 \\ Z_B = 8,5 \end{cases} \text{(loại)}.$$

$$A_3B^{2-}: \begin{cases} 3Z_A + Z_B = 30 \\ Z_B = Z_A + 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_A = 7 \\ Z_B = 9 \end{cases} \text{(loại)}.$$

Vậy hợp chất A có công thức là $(NH_4)_2CO_3$.

10. Hãy viết cấu hình electron của các nguyên tố có Z = 20, Z = 21, Z = 22, Z = 24, Z = 29, Z = 31 và cho biết nhận xét cấu hình electron của các nguyên tố đó khác nhau như thế nào?

HƯỚNG DẪN GIẢI

Với nguyên tử có cấu hình electron $(n-1)d^a.ns^b$, b luôn luôn là 2, a chọn các giá trị từ 1 đến 10, trừ hai trường hợp:

* a + b = 6 thay vì a = 4; b = 2 phải viết là: a = 5; b = 1.

* a + b = 11 thay vì a = 9; b = 2 phải viết là a = 10; b = 1.

Cấu hình electron:

Z = 20: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$

Z = 21: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^1\ 4s^2$

Z = 22: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^2\ 4s^2$

Z = 24: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^4\ 4s^2$ phải viết lại:

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$

Z = 29: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^9\ 4s^2$ phải viết lại:

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$

Z = 31: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^1$.

Nhận xét:

– Cấu hình electron của nguyên tử có Z = 20 khác với cấu hình còn lại ở chỗ không có phân lớp 3d.

– Cấu hình electron của các nguyên tử có Z từ 21 đến 31 có phân lớp 3d.

– Cấu hình electron của các nguyên tử có Z = 24 và Z = 29 có 1 electron ở phân lớp 4s.

11. Trong nước, hiđro chủ yếu tồn tại hai đồng vị ${}^1_1H$ và ${}^2_1H$. Hỏi có bao nhiêu đồng vị ${}^2_1H$ trong 1ml nước? Biết nguyên tử khối trung bình của hiđro trong nước nguyên chất là 1,008.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Gọi x là thành phần phần trăm về số nguyên tử của đồng vị ${}^{1}_{1}H$

$$\frac{1x + 2(100 - x)}{100} = 1,008$$

Giải phương trình trên ta có x = 99,2%. Thành phần phần trăm của đồng vị ${}^{2}_{1}H$ là 0,8%.

1ml nước = 1g nước = $\frac{1}{18}$ mol nước.

Trong 1 mol nước có $6,02.10^{23}$ phân tử nước. Vậy trong 1ml nước có: $\frac{1}{18} \times 6,02.10^{23} \times 2 \times \frac{0,8}{100} = 5,35.10^{20}$ nguyên tử của đồng vị ${}^{2}_{1}H$.

12. Cho phản ứng hạt nhân: $X \rightarrow {}^{239}_{94}Y + {}^{239}_{92}Z$. X là:

a) ${}^{478}_{186}X$ b) ${}^{239}_{93}X$ c) ${}^{239}_{186}X$ d) Tất cả đều sai.

HƯỚNG DẪN GIẢI



$$2\ {}^{239}_{93}X \longrightarrow {}^{239}_{94}Y + {}^{239}_{92}Z$$

Câu trả lời đúng: b.

13. Cho biết tổng số electron trong AB_3^{2-} là 42, trong hạt nhân A, B số proton bằng số nơtron. Tính số khối của B.

HƯỚNG DẪN GIẢI

AB_3^{2-} có 42e, vậy AB_3 có 40e. Theo đầu bài số p = số n.

Vậy số p = số e = số n = 40.

Gọi x, y là số proton trong các hạt nhân của A, B ta có:

$$X + 3y = 40, \text{ do đó } y < \frac{40}{3} = 13,3.$$

Nghĩa là B thuộc chu kì 2 và vì là phi kim (tạo anion) nên B chỉ có thể là flo, oxi hoặc nitơ.

• Nếu B là flo (y = 9) thì AB_3^{2-} có công thức AF_3^{2-}, A có số oxi hóa là +1 và x = 40 − 3 × 9 = 13. Đó là số thứ tự của nguyên tố Al, Al có số oxi hoá là +3, trường hợp này loại.

• Nếu B là oxi (y = 8) thì AB_3^{2-} có công thức AO_3^{2-}; A có số oxi hóa +4 và x = 40 − 3 × 8 = 16. Đó là số thứ tự của S, S có số oxi hóa là +4, trường hợp này là đúng.

Vậy A là S và B là O; B có số khối = 8 + 8 = 16.

• Nếu B là nitơ (y = 7) thì AB_3^{2-} có công thức AN_3^{2-}, A có số oxi hóa là +7 và x = 40 − 3 × 7 = 19.

Đó là số thứ tự của nguyên tố K, K có số oxi hóa là +1, trường hợp này loại.

14. Có hai ion XY_3^{2-} và XY_4^{2-} có tổng số electron trong hai ion lần lượt là 42 và 50. Hạt nhân nguyên tử X và Y đều có số proton và nơtron bằng nhau.

a) Xác định điện tích hạt nhân và số khối của X và Y?

b) Viết phương trình phản ứng minh họa tính chất oxi hóa, tính chất khử của hai ion này?

c) Viết phương trình phản ứng điều chế muối tương ứng với hai ion nói trên từ một quặng quen thuộc, H_2O và O_2. Điều kiện xúc tác có đủ.

(Trích đề thi học sinh giỏi trường THPT chuyên Lê Hồng Phong TPHCM)

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Gọi tổng số electron của mỗi nguyên tử là E

$E_X + 3E_Y + 2 = 42$

$E_X + 4E_Y + 2 = 50$

$\Rightarrow$ $E_Y = 8$ và $E_X = 16$.

Với nguyên tử X: $Z_X = 16$ và $A_X = 32$ (X là S).

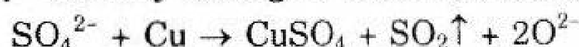
Với nguyên tử Y: $Z_Y = 8$ và $A_Y = 16$ (Y là O).

b) Với SO_3^{2-}


$SO_3^{2-} + Br_2 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 2HBr$


$SO_3^{2-} + 2H_2S \rightarrow 3S + 2H_2O + O^{2-}$

Với SO_4^{2-} ion này không có tính khử, chỉ có tính oxi hóa.


$SO_4^{2-} + Cu \rightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2O^{2-}$

c) $4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$


$SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$


$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$


$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow 2Na_2SO_4 + 2H_2O$


$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$


$SO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$

15. Phân tử khối của ba muối XCO_3, YCO_3, $Y'CO_3$ lập thành một cấp số cộng với công sai bằng 16. Tổng số hạt proton, nơtron của ba hạt nhân nguyên tử 3 nguyên tố trên là 120. Xác định tên ba kim loại đó.

A. Mg, Ca và Fe　　B. Ba, S và Fe

C. Mg, Ca và Al　　D. Tất cả đều sai.

HƯỚNG DẪN GIẢI

$M_{XCO_3} = M_X + 60$

$M_{YCO_3} = M_Y + 60 = M_X + 60 + 16 \Rightarrow M_Y = M_X + 16$

$M_{Y'CO_3} = M_Z + 60 = M_X + 60 + 32 \Rightarrow M_{Y'} = M_X + 32$

$M_X + M_Y + M_{Y'} = 3M_X + 48$ (1)

$Z_X + N_X + Z_Y + N_Y + Z_{Y'} + N_{Y'} = 120.$ (2)

Từ (1) và (2) rút ra: $M_X = 24$ (Mg)

$M_Y = 24 + 16 = 40$ (Ca)

$M_{Y'} = 24 + 32 = 56$ (Fe).

Ba kim loại đó là Mg, Ca, Fe. Đáp số đúng: A.

BÀI TẬP TỰ GIẢI

16. Hợp chất M tạo bởi anion Y^{3-} và cation X^+, cả hai ion đều do 5 nguyên tử của 2 nguyên tố tạo nên. A là một nguyên tố trong X^+ có hóa trị âm là $-a$, B là một nguyên tố trong Y^{3-}. Trong các hợp chất, A và B đều có hóa trị dương cao nhất $a + 2$. Khối lượng phân tử (phân tử khối) của M bằng 149, trong đó:

$$\frac{M_{Y^{3-}}}{M_{X^+}} > 5.$$

Hãy xác lập công thức phân tử của M.

17. Tổng số proton, nơtron, electron trong nguyên tử của hai nguyên tố M và X lần lượt bằng 82 và 52. M và X tạo thành hợp chất MX_a, trong phân tử của hợp chất đó có tổng số proton của các nguyên tử bằng 77.

a) Hãy cho biết 4 số lượng tử ứng với electron chót của M và X.

b) Xác định vị trí của chúng trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học.

c) Xác định công thức phân tử của MX_a.

18. Hợp chất A được tạo thành từ ion X^+ và Y^{2-}, mỗi ion đều do năm nguyên tử của hai nguyên tố tạo thành. Tổng số proton trong X^+ là 11; tổng số electron trong Y^{2-} là 50. Cho biết hai nguyên tố trong Y^{2-} thuộc cùng một phân nhóm và ở hai chu kì liên tiếp.

Tìm công thức phân tử của A. Viết công thức cấu tạo và cho biết các loại liên kết hóa học trong phân tử của A.

19. Hợp chất Z được tạo bởi hai nguyên tố M, R có công thức M_aR_b, trong đó R chiếm 6,667% khối lượng. Trong hạt nhân nguyên tử M có $n = p + 4$ còn trong hạt nhân R có $n' = p'$, trong đó n, p, n', p' là số nơtron và proton tương ứng của M và R. Biết rằng tổng số hạt proton trong phân tử Z bằng 84 và $a + b = 4$. Tìm công thức phân tử của Z.

20. Một hợp chất vô cơ A được tạo nên từ ion M^{3+} và ion X^-. Tổng số hạt trong hợp chất là 196, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 60. Khối lượng nguyên tử của X lớn hơn khối lượng nguyên tử M là 8. Tổng số hạt trong ion X^- nhiều hơn tổng số hạt trong ion M^{3+} là 16.

a) Viết cấu hình M^{3+} và X^-?

b) Xác định vị trí của M và X trong bảng tuần hoàn.

c) Tìm công thức hợp chất A.

21. a) Nguyên tử X có tổng số hạt là 95. Biết số hạt không mang điện bằng 0,5833 số hạt mang điện. Viết cấu hình electron của X, xác định tên nguyên tố X.

b) X và Y là 2 nguyên tố có cấu hình electron ngoài cùng là $3s^1$ và $4s^1$. X có 12 nơtron, Y có 20 nơtron.

(1) Viết cấu hình electron đầy đủ của X, Y. Xác định tên của 2 nguyên tố X, Y.

(2) Cho 6,2g hỗn hợp X, Y vào H_2O, sau phản ứng thu được 2,24 lít khí (đktc). Tính thành phần phần trăm của X, Y về khối lượng trong hỗn hợp ban đầu?

22. a) Nguyên tử X có số khối nhỏ hơn 36 và tổng số các hạt là 52. Viết cấu hình electron của X. Nêu tính chất hóa học cơ bản của X?

b) Một nguyên tử Y có tổng số hạt là 62, số khối nhỏ hơn 43. Tìm nguyên tử khối của Y. Viết cấu hình electron và cho biết tính chất hóa học cơ bản của Y.

23. Hai nguyên tố hóa học ở điều kiện thường đều là chất rắn. Số mol của X trong 8g nhiều hơn 0,1 mol so với số mol của Y trong 3,6g. Biết rằng khối lượng mol nguyên tử X nặng hơn Y là 8g. X và Y là nguyên tố nào sau đây.

A. Na và P B. S và Ca C. Mg và S D. Cu và Fe.

24. Nguyên tử Ca có: bán kính gần bằng 1,97 $\overset{0}{A}$, khối lượng mol là 40,08g/mol, khối lượng riêng $1,55 g/cm^3$. Trong tinh thể kim loại, các nguyên tử chiếm bao nhiêu phần trăm thể tích?

25. Vàng có khối lượng riêng là $19,3 g/cm^3$, khối lượng mol Au = 179g/mol. Biết rằng các nguyên tử chiếm 74% thể tích kim loại. Tính bán kính gần đúng của nguyên tử Au.

26. Bán kính của nguyên tử Fe ≈ 1,28 $\overset{0}{A}$; khối lượng riêng của Fe = $7,9 g/cm^3$. Cho rằng trong kim loại, các nguyên tử chiếm 74% thể tích nguyên tử khối của sắt.

27. Bán kính nguyên tử Zn là 1,35 $\overset{0}{A}$, nguyên tử lượng Zn = 65đvC.

a) Tính khối lượng riêng nguyên tử.

b) Cho rằng trong kim loại các nguyên tử chỉ chiếm 75% thể tích còn lại là chân không, tính khối lượng riêng của kim loại.

28. Giữa bán kính hạt nhân R và số khối A của một nguyên tử có liên hệ sau: $R = 1,5.10^{-13}A^{1/3}$cm. Khối lượng riêng của hạt nhân là:

A. 117.000.000 tấn/cm^3 B. 160.000.000 tấn/cm^3

C. 165.000.000 tấn/cm^3 D. Tất cả đều sai.

29. Xác định bán kính gần đúng của các nguyên tử Ca, Fe và Au nếu tỉ khối của các kim loại đó lần lượt là 1,55 và 19,3. Biết rằng trong tinh thể các nguyên tử của các nguyên tố trên chỉ chiếm 74% thể tích. Cho Ca = 40,08; Fe = 55,935; Au = 196,97.

30. Nguyên tử kẽm có bán kính $r = 1,35.10^{-10}$m, có khối lượng nguyên tử là 65 đvC.

a) Tính khối lượng riêng của nguyên tử kẽm.

b) Thực tế hầu như toàn bộ khối lượng nguyên tử tập trung vào hạt nhân với bán kính $r = 2.10^{-15}$m. Tính khối lượng riêng của hạt nhân nguyên tử kẽm.

31. Tính bán kính gần đúng của nguyên tử canxi, biết thể tích của một mol canxi bằng $25,87cm^3$. Biết rằng trong tinh thể, các nguyên tử canxi chỉ chiếm 74% thể tích.

32. Hợp chất X tạo thành từ 2 ion X^+ và Y^-. Electron cuối cùng của cả hai ion này đều có các trị số các số lượng tử như sau:

$n = 3;\ l = 1;\ m = +1;\ m_S = -1/2.$

Công thức phân tử của X là:

A. KCl B. NaCl C. LiBr D. RbBr.

33. Hợp chất M được tạo thành từ 2 ion: X^+ và Y^-. Electron cuối cùng của cả hai ion này đều có các trị số các số lượng tử như sau:

$n = 3; l = 1; m = +1; m_S = -1/2.$

Công thức phân tử của M là:

A. NaCl B. $CaCl_2$ C. KCl D. $CuCl_2$.

34. Nguyên tử của một nguyên tố X trong đó electron cuối cùng có 4 số lượng tử $n = 3$, $l = 1$, $m = 0$, $m_S = -1/2$. X là nguyên tố nào sau đây:

A. F B. Ca C. Cl D. Tất cả đều sai.

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

16. a) Công thức 2 oxit là A_2O_x và A_2O_y.

Ta có tỉ lệ khối lượng oxi trong 2 oxit là: 50% và 60%. Vậy tỉ lệ khối lượng A trong 2 oxit là 50% và 40%.

$$\left.\begin{array}{l}\dfrac{16x}{2A} = \dfrac{50}{50} = 1 \rightarrow 16x = 2A \\ \dfrac{16y}{2A} = \dfrac{60}{40} = 1,5 \rightarrow 16y = 3A\end{array}\right\} \rightarrow \begin{array}{l}\dfrac{x}{y} = \dfrac{2}{3} \\ y = 1,5x.\end{array}$$

Chỉ có cặp x, y sau có thể chấp nhận:

$$\begin{cases}x = 2 \\ y = 3\end{cases} \qquad \begin{cases}x = 4 \\ y = 6\end{cases}$$

– Nếu chọn x = 2, ta có $32 = 2A \Rightarrow A = 16$ (loại), vì A = 16 là oxi.

– Nếu chọn x = 4, ta có $64 = 2A \Rightarrow A = 32$ (nhận), A là S.

Vậy 2 oxit là S_2O_4 và S_2O_6, giản ước ta có công thức hai oxit là SO_2 và SO_3.

b) Xác định công thức của M:

– A vừa có hóa trị âm, vừa có hóa trị dương → A là phi kim.

– A và B có hóa trị cao nhất là a + 2. Hai nguyên tố thuộc cùng nhóm a + 2.

– Tổng hóa trị âm và dương về giá trị tuyệt đối bao giờ cũng bằng 8.

– M có công thức X_3Y vì tạo bởi X^+ và Y^{3-} (phân tử trung hòa về điện).

$a + a + 2 = 8 \rightarrow a = 3 \rightarrow$ A, B thuộc nhóm 5.

Theo đầu bài $\frac{M_{Y^{3-}}}{M_{X^+}} > 5 \rightarrow M_{Y^{3-}} > 5M_{X^+}$ hay:

$$3M_{X^+} + M_{Y^{3-}} > 8M_{X^+} \rightarrow M_{X^+} < \frac{3M_{X^+} + M_{Y^{3-}}}{8} = \frac{149}{8} = 18,6$$

Theo đầu bài M_{X^+} do 5 nguyên tử tạo nên, vậy khối lượng nguyên tử trung bình $< \frac{18,6}{5} = 3,72$, nguyên tử có khối lượng nguyên tử < 3 chỉ có H, X^+ là $(AH_4)^+$.

$M_A < 18,6 - 4$ chỉ có N có khối lượng nguyên tử bằng 14, nhóm 5, có hóa trị -3. Y^{3-} là $(\overset{+5}{B}\overset{-2}{C_4})^{3-}$; $M_{Y^{3-}} = 149 - 3 \times 18 = 95$. Khối lượng nguyên tử trung bình $= \frac{95}{5} = 19$; C có khối lượng nguyên tử < 19 thuộc nhóm 6 có hóa trị -2 là oxi; $M_B = 95 - 16 \times 4 = 31$. (P).

Vậy công thức của M: $(NH_4)_3PO_4$.

17. a) Kí hiệu số p, n, e trong nguyên tử X là Z, N, E theo đầu bài ta có:

$Z + N + E = 52$ (Vì nguyên tử trung hòa điện Z = E)

$\Rightarrow \quad 2Z + N = 52 \Rightarrow N = 52 - 2Z$

Đối với các nguyên tố bền (trừ hidro): $Z \leq N \leq 1,52Z$

$\Rightarrow Z \leq 52 - 2Z \leq 1,52Z$

$\Rightarrow 3Z \leq 52 \leq 3,52Z \Rightarrow \frac{52}{3,52} \leq Z \leq \frac{52}{3} \Rightarrow 14,77 \leq Z \leq 17,33.$

Vậy Z có ba giá trị: 15, 16 và 17

- $Z = 15 \Rightarrow N = 22 \Rightarrow A = 37$ (loại).
- $Z = 16 \Rightarrow N = 20 \Rightarrow A = 36$ (loại).
- $Z = 17 \Rightarrow N = 18 \Rightarrow A = 35$ (nhận).

Kí hiệu số p, n, e trong nguyên tử M là Z', N', E' theo đầu bài cho ta có:

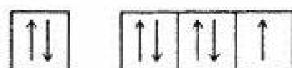
$2Z' + N' = 82 \Rightarrow N' = 82 - 2Z \Rightarrow 3Z' \leq 82 \leq 3,52Z'$

Theo đầu bài: $Z' = 77 - 17a \Rightarrow \frac{82}{3,52} \leq 77 - 17a \leq \frac{82}{3}$

$\Rightarrow 2,92 \leq a \leq 3,16$, a nguyên, do đó chọn a = 3

$\Rightarrow Z' = 77 - 17 \times 3 = 26$. Vậy M là Fe.

Vậy cấu hình electron của clo: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

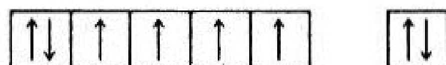


– Bốn số lượng tử của electron chót của clo là:

$n = 3;\ l = 1;\ m = 0$ và $s = -1/2$.

b) Vị trí của clo trong bảng tuần hoàn: chu kì 3, nhóm VIIA

Vậy cấu hình electron của Fe: : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$



– Bốn số lượng tử electron chót của Fe là:

$n = 3;\ l = 2;\ m = -2$ và $S = -1/2$.

– Vị trí của Fe trong bảng tuần hoàn là: chu kì 4, nhóm VIIIB.

c) Công thức phân tử của MX_a là $FeCl_3$.

18. • Ion X^+ có $Z_X = \dfrac{11}{5} = 2,2 \Rightarrow$ Trong X phải chứa H (Z = 1) hoặc He (Z = 2), nhưng He là khí hiếm nên loại.

Vậy X^+ có dạng $A_xH_y^+$

$$\begin{cases} x + y = 5 \\ xZ_A + y = 11 \end{cases} \Rightarrow x(Z_A - 1) = 6$$

Biện luận x = 1, 2, 3 để nhận ion X^+ là NH_4^+.

• Ion Y^{2-} có tổng số electron = 50 ⇒ Số electron của Y là 48

$\Rightarrow Z_Y = \dfrac{48}{5} = 9,6 \Rightarrow$ trong Y có một nguyên tố Z < 9,6 thuộc chu kì 2 và nguyên tố còn lại thuộc chu kì 3 và số proton của 2 nguyên tử của 2 nguyên tố này cách nhau 8 đơn vị.

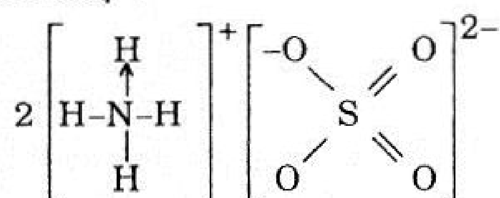
Gọi công thức Y^{2-} là $M_aN_b^{2-}$ (với M ở chu kì 2 và N chu kì 3)

$$\begin{aligned} &a + b = 5 && (1) \\ &aZ_M + bZ_N = 48 && (2) \quad \Rightarrow Z_M = \frac{48 - 8b}{5} \\ &Z_N - Z_M = 8 && (3) \end{aligned}$$

Biện luận b = 1, 2, 3, 4 ⇒ Nhận ion Y^{2-} là SO_4^{2-}.

Công thức phân tử A: $(NH_4)_2SO_4$

Công thức cấu tạo:



Trong ion NH_4^+ có 3 liên kết cộng hóa trị và 1 liên kết cho nhận.

Trong ion SO_4^{2-} có 2 liên kết cộng hóa trị đơn và 2 liên kết cộng hóa trị đôi.

Hai ion NH_4^+ liên kết với SO_4^{2-} là liên kết ion.

19. Z: M_aR_b

$$\%R = \frac{b.R}{a.M + b.R} \times 100 = 6,6667\%$$

$$\frac{b.R}{aM + bR} = \frac{1}{15} \qquad (1)$$

$$\begin{cases} M = n + p = 2p + 4 \\ R = n' + p' = 2p' \\ a + b = 4 \end{cases} \quad (2)$$

Từ (1), (2) ta có: $14bp' - ap = 2a$ (3)

Tổng số proton: $ap + bp' = 84$, suy ra (4)

$$p' = \frac{84 + 2a}{15b}.$$

Khi a = 1 thì b = 3 $\Rightarrow p' = \frac{86}{45} = 1,91$ vô lí.

Khi a = 2 thì b = 2 $\Rightarrow p' = \frac{88}{30} = 2,93$ vô lí.

Khi a = 3 thì b = 1 $\Rightarrow p' = \frac{90}{15} = 6 \Rightarrow p = 26$.

Vậy R là cacbon, M là sắt (Fe), Z là Fe_3C.

20. Gọi số hiệu, số khối của M: X_M, A_M; X: Z_X, A_X

Ta có: M^{3+}: $Z_M + A_M - 3$

X^-: $Z_X + A_X + 1$

Hợp chất: MX_3

$Z_M + A_M - 3 + 3(Z_X + A_X + 1) = 196$ (1)

$2Z_M + 3.2Z_X - [(A_M - Z_M) + 3(A_X - Z_X)] = 60$ (2)

$A_X - A_M = 8$ (3)

$(Z_X + A_X + 1) - (Z_M + A_M - 3) = 16$ (4)

$\Rightarrow$ $Z_M = 13$; $A_M = 27$. Vậy M: Al; M^{3+}: Al^{3+}

$Z_X = 17$; $A_X = 35$. Vậy X: Cl; X^-: Cl^-.

a) Cấu hình: Al^{3+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ $\rightarrow$ Al: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$

Cl^-: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ $\rightarrow$ Cl: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$.

b) Vị trí: Al: Chu kì 3, nhóm IIIA, ô số 13

Cl: Chu kì 3, nhóm VIIA, ô số 17.

c) Công thức hợp chất $AlCl_3$.

21. a) $\begin{cases} 2Z + N = 95 \\ N = 0,5833(2Z) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2Z + N = 95 \\ 1,1666Z - N = 0 \end{cases} \Rightarrow Z = 30.$

Cấu hình electron của nguyên tử X: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}$

X ở chu kì 4, nhóm IIB. X là Zn.

b) Cấu hình electron của:

X: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ $\rightarrow$ X ở chu kì 3 nhóm IA

Y: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$ $\rightarrow$ Y ở chu kì 4 nhóm IA

X là Na; Y là K.



$2K + 2H_2O \longrightarrow 2KOH + H_2$

a mol 0,5a mol



$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$

b mol 0,5b mol

$$\begin{cases} 0,5a + 0,5b = 0,1 \\ 39a + 23b = 6,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a + b = 0,2 \\ 39a + 23b = 6,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,1 \\ b = 0,1 \end{cases}$$

$$\%K = \frac{3,9}{6,2} = 62,9\%; \ \%Na = 37,1\%.$$

22. a) $2Z + N = 52 \Rightarrow Z = \frac{52 - N}{2}$

Khi $Z < 83$ ta được sử dụng bất đẳng thức: $Z < N < 1,5Z$. Thay giá trị của Z

$$\frac{52 - N}{2} < N < 1,5\left(\frac{52 - N}{2}\right) \Rightarrow 52 - N < 2N < 78 - 1,5N$$

Hay $17 < N < 22$

N	18	19	20	21
Z	17	16,5	16	15,5
		Loại	Loại	Loại

Chỉ có nghiệm $Z = 17$ thỏa mãn và $A < 36$. X là phi kim mạnh.

b) $2Z + N = 62 \Rightarrow Z = \frac{62 - N}{2}$

$$\frac{62 - N}{2} < N < 1,5\left(\frac{62 - N}{2}\right) \Rightarrow 20,6 < N < 26.$$

N	21	22	23	24	25	26
Z	20,5	20	19,5	19	18,5	18
Y	Loại	42	Loại	43	Loại	44

Chỉ có cặp nghiệm $Z = 20$ là thỏa mãn giả thiết $Y < 43$. Y là canxi, kim loại hoạt động mạnh.

23. Đáp số đúng: C

n_X trong 8g: $\frac{8}{M_X}$; n_Y trong 3,6g: $\frac{3,6}{M_Y}$

$$\begin{cases} M_X - M_Y = 8 \\ \frac{8}{M_X} - \frac{3,6}{M_Y} = 0,1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M_X - M_Y = 8 \\ 8M_Y - 3,6M_X = 0,1M_XM_Y \end{cases}$$

$M_X = 8 + M_Y$

$8M_Y - 3,6(8 + M_Y) = 0,1(8 + M_Y)M_Y$

$8M_Y - 28,2 - 3,6M_Y = 0,8M_Y + 0,1M_Y^2$

$0,1M_Y^2 - 3,6M_Y + 28,8 = 0$

$M_Y^2 - 36M_Y + 288 = 0$

$\Delta = 1296 - 1152 = 144 \Rightarrow M_Y = \dfrac{36 \pm \sqrt{144}}{2} = \dfrac{36 \pm 12}{2} = 24$ và 12.

Ta chọn nghiệm $M_Y = 24$ (Y là Mg) $\Rightarrow M_X = 24 + 8 = 32$ (X là S).

24. *Cách 1:* $m_{\text{nguyên tử}} = \dfrac{40,08}{6,023.10^{23}} = 6,65.10^{-23}g$

$$V_{\text{nguyên tử Ca}} = \frac{4}{3}\pi\left(1,97.10^{-8}\right)^3 = 32.10^{-24}cm^3$$

$$D_{\text{nguyên tử}} = \frac{6,65.10^{-23}}{32.10^{-24}} = 2,078g/cm^3$$

$$D_{\text{kim loại}} = 1,55g/cm^3$$

$$D = \frac{m}{V};\quad \frac{D_{Ngt}}{D_{Kl}} = \frac{\dfrac{m}{V_{Ngt}}}{\dfrac{m}{V_{Kl}}} = \frac{V_{Kl}}{V_{Ngt}} = \frac{2,078}{1,55} = 1,34$$

$V_{Kl} = 1,34V_{Ngt} \Rightarrow$ Thể tích nguyên tử chiếm: $\dfrac{1}{1,34} \times 100\% = 74,6\%$.

Cách 2: $V_{\text{1 mol Canxi}} = \dfrac{40,08}{1,55} = 25,856cm^3$

$V_{\text{1 nguyên tử canxi}} = \dfrac{4}{3} \times 3,14(1,97.10^{-8})^3 = 32.10^{-24}cm^3$.

Thể tích 1 mol nguyên tử Canxi theo giả thiết giữa các nguyên tử không có khoảng trống là: $32,10^{-24} \times 6,023.10^{23} = 19,2736cm^3$.

Tỉ lệ về thể tích các nguyên tử canxi trong tinh thể canxi:

$$\frac{19,2736}{25,856} \times 100\% = 74,57\% \approx 74,6\%.$$

25. *Cách 1:* Gọi V là thể tích kim loại vàng kể cả khoảng rỗng.

Gọi V_1 là thể tích nguyên tử kim loại vàng (không kể khoảng rỗng)

$V_1 = 0,74V$

$$\frac{D_{Kl}}{D_{Ngt}} = \frac{\dfrac{m}{V}}{\dfrac{m}{V_1}} = \frac{V_1}{V} = \frac{0,74V}{V} = 0,74.$$

$$\frac{D_{Au}}{0,74} = D_{Ngt} = \frac{19,3}{0,74} = 26,08g/cm^3$$

$$V_{Ngt} = \frac{m_{Ngt}}{D_{Ngt}} = \frac{\dfrac{179}{6,023.10^{23}}}{26,08} = 11,4.10^{-24}cm^3$$

$$V_{Ngt} = \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow r = \sqrt[3]{11,4.10^{-24} \times \frac{3}{4\pi}} = \sqrt[3]{2,7.10^{-24}}.$$

Cách 2: $V_{1\ mol\ kim\ loại} = \dfrac{179}{19,3} = 9,27cm^3$

$V_{1\ mol\ nguyên\ tử} = 9,27 \times 0,74 = 6,8598cm^3$

$V_{1\ nguyên\ tử} = \dfrac{6,8598}{6,023.10^{23}} = 11,4.10^{-24} \Rightarrow r_{Ngt\ Au} = \sqrt[3]{2,7.10^{-24}}$.

26. *Cách 1:* $V_{Ngt\ Fe} = \dfrac{4}{3}\pi\left(1,28.10^{-8}\right)^3 cm^3 = 8,78.10^{-24}\ cm^3$

$D_{Ngt\ Fe} = \dfrac{7,99}{0,74} = 10,68\ g/cm^3$

$m_{Ngt\ Fe} = 8,78.10^{-24} \times 10,68 = 93,77.10^{-24}g$

$1\ đvC = 1,66.10^{-24}g \Leftrightarrow M_{Fe} = \dfrac{93,77.10^{-24}}{1,66.10^{-24}} = 56\ đvC.$

Cách 2: $1\ cm^3$ sắt có m = 7,9g

Thể tích thực của 7,9g sắt là $0,74cm^3$

$D_{Ngt\ Fe} = \dfrac{7,9}{0,74} = 10,68g/cm^3$

$V_{Ngt\ Fe} = \dfrac{4}{3} \times 3,14 \times \left(1,28.10^{-8}\right)^3 = 8,81.10^{-24}cm^3$

$M_{Ngt\ Fe} = D.V = 10,68 \times 8,81.10^{-24} = 94,1.10^{-24}g$

$M_{Fe\ tính\ ra\ đvC} = \dfrac{94,1.10^{-24}}{1,66.10^{-24}} = 56,6\ đvC.$

27. $m_{Ngt\ Zn} = 65 \times 1,66.10^{-24} = 107,9.10^{-24}g$

$r_{Ngt\ Zn} = 1,35.10^{-8}$

$V_{Ngt\ Zn} = \dfrac{4}{3}\pi\left(1,35.10^{-8}\right)^3 = 10,3.10^{-24}cm$

$D_{Ngt\ Zn} = \dfrac{107,9.10^{-24}}{10,3.10^{-24}} = 10,50\ g/cm^3$

$D_{Kl\ Zn} = \dfrac{107,9.10^{-24}}{\dfrac{10,3.10^{-24} \times 100}{75}} = 7,9\ g/cm^3.$

28. Đáp số đúng A

$V_{hạt\ nhân} = \dfrac{4}{3}\pi\left(1,5.10^{-13}.A^{1/3}\right)^3 = 14,13.10^{-39}A$

$m_{hạt\ nhân} = A \times 1,66.10^{-24}g$

$D_{hạt\ nhân} = \dfrac{1,66.10^{-24}A}{14,13.10^{-39}A} = 117.000.000$ tấn/cm^3.

29. Thể tích của một mol canxi bằng:

$$V = \frac{\text{khối lượng mol của canxi}}{\text{tỉ khối}} = \frac{40,08}{1,55} = 25,86\text{cm}^3.$$

Thể tích thực của các nguyên tử canxi chỉ chiếm 74%:

$$25,86 \times 0,74 = 19,14\text{cm}^3.$$

Thể tích của một nguyên tử canxi:

$$V = \frac{19,14}{6,10^{23}} \approx 3.10^{-23}\text{cm}^3$$

$$R_{Ca} = \sqrt[3]{\frac{3,3.10^{-23}}{4 \times 3,14}}.$$

– Bán kính gần đúng của nguyên tử canxi là $1,97.10^{-8}$cm.

– Bán kính gần đúng của nguyên tử vàng là $1,44.10^{-8}$cm.

– Bán kính gần đúng của nguyên tử sắt là $1,28.10^{-8}$cm.

30. a) Khối lượng riêng của nguyên tử kẽm là khối lượng của 1cm^3 nguyên tử kẽm.

Thể tích của một nguyên tử kẽm $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

$$R = 1,35.10^{-10}\text{m} = 1,35.10^{-8}\text{cm}$$

$$V = \frac{4}{3} \times 3,14 \times \left(1,35.10^{-8}\right)^3 = 10,26.10^{-24}\text{cm}^3.$$

Một nguyên tử kẽm có khối lượng là 65đvC (hoặc 65u).

Vậy 1cm^3 kẽm nặng $\frac{65}{10,26.10^{-24}} \approx 6.10^{24}$ đvC

Ta biết 1 đvC (hoặc u) = $1,66.10^{-24}$g. Vậy khối lượng riêng của nguyên tử kẽm là:

$$d = 6.10^{24} \times 1,66.10^{-24} = 10\ \text{g/cm}^3.$$

b) Thể tích hạt nhân nguyên tử kẽm là:

$$r = 2.10^{-15}\text{m} = 2.10^{-13}\text{cm}$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3,14 \times \left(2.10^{-13}\right)^3 \approx 33,49.10^{-39}\text{cm}^3.$$

Thực tế khối lượng nguyên tử tập trung vào hạt nhân nên 1cm^3 hạt nhân nguyên tử kẽm nặng:

$$\frac{65}{32,2.10^{-39}} \approx 2.10^{39}\ \text{đvC}$$

Hay $2.10^{39} \times 1,66.10^{-24} = 3,32.10^{15}$g hay $3,32.10^{9}$ tấn.

31. Trong tinh thể canxi, thực tế các nguyên tử canxi chỉ chiếm 74% thể tích. Còn lại là những khe trống. Vậy thể tích thực của 1 mol canxi tức là 6.10^{23} nguyên tử canxi là:

$$25,87 \times 0,74 = 19,15 \text{ cm}^3.$$

Thể tích của một nguyên tử canxi bằng:

$$V = \frac{19,15}{6.10^{23}} \approx 3.10^{-23}\text{cm}^3.$$

Nếu coi nguyên tử là một quả cầu thì bán kính của nó là:

$$R = \sqrt[3]{\frac{3v}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3 \times 3 \times 10^{-23}}{4 \times 3,14}} \approx 1,97.10^{-8}\text{cm}.$$

32. Đáp số đúng: A.

Cấu hình của 2 ion X^+ và Y^-. Electron cuối cùng của cả hai ion này đều có các trị số các số lượng tử như sau:

$$n = 3;\ l = 1;\ m = +1;\ m_S = -1/2$$



Vậy nguyên tử X phải có 19e đó là nguyên tử K (kali) và nguyên tử Y phải có 17e và là nguyên tố Cl (clo).

Công thức phân tử của A: KCl.

33. Đáp số đúng: C.

n = 3 và l = 1 nên electron cuối cùng ở phân lớp 3p

m = +1 và $m_S = -1/2$ nên electron này là electron thứ 6 của phân lớp 3p.

X^+ và Y^- đều có 18e nên X có 19e (K) và Y có 17e (Cl). Công thức phân tử của M là KCl.

34. Câu trả lời đúng: C

Nguyên tử của nguyên tố X có n = 3 và l = 1 nên electron cuối cùng ở phân lớp 3p.

m = 0 và $m_S = -1/2$ nên electron này là electron thứ 5 của phân lớp 3p.

Cấu hình electron của X: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5 \Rightarrow Z_X = 17$. X là clo.

CHƯƠNG 2

BẢNG TUẦN HOÀN VÀ ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NHỚ

I. Xác định vị trí của nguyên tố trong bảng tuần hoàn

1. Viết cấu hình electron nguyên tử các nguyên tố

a) Cấu hình electron nguyên tử các nguyên tố nhóm A (nguyên tố s và nguyên tố p)

– Công thức tổng quát $ns^a np^b$

n là số thứ tự của chu kì

(a + b) là số thứ tự của nhóm.

– Electron lớp ngoài cùng ns được gọi là nguyên tố s (nhóm IA và IIA).

– Electron lớp ngoài cùng ns np gọi là nguyên tố p (nhóm IIIA đến nhóm VIIIA).

b) Cấu hình electron nguyên tử các nguyên tố nhóm B (nguyên tố d và nguyên tố p)

– Công thức tổng quát: $(n-1)d^a ns^b$

n là số thứ tự của chu kì. Tổng a + b có 3 trường hợp:

• $a + b < 8$ thì tổng này là số thứ tự của nhóm.

• $a + b = 8$ hoặc 9 hoặc 10 thì nguyên tố thuộc nhóm VIIIB.

• $a + b > 10$ thì tổng $[a + b - 10]$ là số thứ tự của nhóm.

Chú ý: với nguyên tử có hình electron $(n-1)d^a ns^b$

b luôn luôn là 2, a lần lượt từ 1 đến 10 trừ 2 trường hợp sau:

• $a + b = 6$ thay vì $a = 4$; $b = 2$ thì phải đổi là $a = 5$ và $b = 1$ (bán bão hòa).

• $a + b = 11$ thay vì $a = 9$; $= 2$ phải đổi là $a = 10$; $b = 1$ (bão hòa).

– Từ chu kì 4, trong mỗi chu kì, sau khi bão hòa phân lớp ngoài cùng ns^2, các electron tiếp theo được phân bố vào phân lớp (n–1)d thuộc sát lớp ngoài cùng.

– Cấu hình electron của một số nguyên tố Cu, Cr, Pd... có ngoại lệ đối với sự sắp xếp ở lớp ngoài cùng để có cấu hình electron bền nhất.

Ví dụ: Cu có Z = 29: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

(đáng lẽ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$ nhưng vì electron ngoài cùng nhảy vào lớp trong để có mức bão hoà hay mức bán bão hoà).

Cr có Z = 24: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

(đáng lẽ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$ giải thích như trường hợp trên).

2. Vị trí các nguyên tố trong bảng tuần hoàn

a) Xác định nguyên tố ở nhóm A hay nhóm B

– Electron sau cùng thuộc phân lớp s: nguyên tố s (nhóm A).

– Electron sau cùng thuộc phân lớp p: nguyên tố p (nhóm A).

– Electron sau cùng thuộc phân lớp d: nguyên tố d (nhóm B).

– Electron lớp ngoài cùng thuộc phân lớp d: nguyên tố d (kim loại nhóm B).

– Electron lớp ngoài cùng có 8, 9, 10 là nguyên tố chuyển tiếp.

– Những nguyên tố d đã bão hòa thì số thứ tự nhóm của chúng bằng số electron lớp ngoài cùng.

b) Số thứ tự của chu kì bằng số lớp electron trong nguyên tử

Các nguyên tố có $Z \leq 20$ đều thuộc nhóm A. Các nguyên tố nhóm B đều là kim loại.

II. Sự biến đổi tuần hoàn tính chất các nguyên tố

1. Định luật tuần hoàn các nguyên tố được phát biểu như sau: *Tính chất của các nguyên tố cũng như thành phần và tính chất của các chất và hợp chất tạo nên từ các nguyên tố đó biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân nguyên tử.*

2. Những tính chất biến đổi trong một chu kì (theo chiều tăng của điện tích hạt nhân) trong một nhóm (theo chiều từ trên xuống dưới) được lặp lại ở các chu kì khác, nhóm khác theo cùng quy luật đó là:

Tính chất	*Định nghĩa*	*Sự biến đổi tuần hoàn*	
		Trong chu kì	*Trong nhóm A*
Bán kính nguyên tử	Khoảng cách từ hạt nhân đến electron lớp ngoài cùng.	Giảm dần	Tăng dần
Năng lượng ion hoá	Năng lượng ion hoá thứ nhất I_1 của nguyên tử là năng lượng tối thiểu cần để tách electron thứ nhất ra khỏi nguyên tử ở trạng thái cơ bản.	Tăng dần	Giảm dần
Ái lực electron	Ái lực electron của nguyên tử là năng lượng toả ra hay hấp thụ khi nguyên tử kết hợp thêm một electron để biến thành ion âm.	Tăng dần	Giảm dần
Độ âm điện	Độ âm điện của nguyên tố đặc trưng cho khả năng hút electron của nguyên tử đó trong phân tử.	Tăng dần	Giảm dần
Tính kim loại	Tính kim loại được đặc trưng bằng khả năng của nguyên tử nguyên tố dễ nhường electron để trở thành ion dương.	Giảm dần	Tăng dần
Tính phi kim	Tính phi kim được đặc trưng bằng khả năng của nguyên tử nguyên tố dễ thu electron để trở thành ion âm.	Tăng dần	Giảm dần

– Sự biến đổi về hoá trị của các nguyên tố: Trong một chu kì, đi từ trái sang phải, hoá trị cao nhất với oxi tăng lần lượt từ I đến VII, còn hoá trị với hiđro của các phi kim giảm từ IV đến I.

– Sự biến đổi tính axit-bazơ của oxit và hiđroxit:

• Trong một chu kì theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, tính bazơ của các oxit và hiđroxit tương ứng giảm dần, đồng thời tính axit của chúng tăng dần.

• Trong một nhóm A, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, tính bazơ của các oxit và hiđroxit tương ứng tăng dần, đồng thời tính axit của chúng giảm dần.

Ngoài việc giải thích sự biến đổi tính chất của các nguyên tố hoá học theo chu kì, theo nhóm, người ta còn giải thích sự biến đổi này theo đường chéo.

3. Sự biến đổi theo hướng chéo:

Mỗi dãy nguyên tố nằm trên đường chéo của hệ thống tuần hoàn gồm các nguyên tố thuộc các nhóm khác nhau. Chúng có hoá trị khác nhau, công thức các hợp chất khác nhau... tuy nhiên chúng có *tính chất hoá học gần nhau*. Ví dụ: Li ở nhóm I nhưng nhiều tính chất nó lại gần với Mg hơn là với các nguyên tố khác trong nhóm kim loại kiềm. Tất cả các nguyên tố thuộc dãy berili đều thể hiện tính lưỡng tính (Be, Al, Ge, Sb, Po). Tất cả oxit của nguyên tố thuộc dãy cacbon đều là oxit axit mặc dù chúng có công thức và hoá trị khác nhau: CO_2, P_2O_5, SeO_3, I_2O_7...

– Có thể tóm tắt sự biến đổi tuần hoàn tính chất của các nguyên tố trong cùng một chu kì, một nhóm (chủ yếu là các nguyên tố nhóm A).

	Bán kính nguyên tử	*Năng lượng ion hoá thứ 1*	*Độ âm điện*	*Tính kim loại*	*Tính phi kim*
Chu kì (từ trái sang phải)	↘	↗	↗	↘	↗
Nhóm A (từ trên xuống dưới)	↗	↘	↘	↗	↘

	Chu kì (từ trái sang phải)	*Nhóm A (từ trên xuống dưới)*
Tính bazơ của oxit cao nhất và hiđroxit tương ứng	↘	↗
Tính axit của oxit cao nhất và hiđroxit tương ứng	↗	↘

B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Phi kim X có electron sau cùng ứng với 4 số lượng tử có tổng số đại số bằng 2,5.

Xác định phi kim X và cho biết vị trí của X trong bảng tuần hoàn. Biết rằng electron lần lượt chiếm các obitan bắt đầu từ m có trị số nhỏ trước.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Cách 1: • X là phi kim

• n + l + m + s = 2,5

n	1	2		3		
l	0	0	1	0	1	2
m	0	0	–1 0 +1	0	–1 0 +1	–2 –1 0 +1 +2
s	±1/2	±1/2	±1/2	±1/2	±1/2	
		↑↓	↑↓ ↑↓ ↑	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑	↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑
		$2s^1$	$2p^5$	$3s^2$	$3p^4$	$3d^6$
Nguyên tố		Li	B	Mg	S	Fe

Cách 2: X là phi kim nên $l = 1$ (không phải H, He)

Khi $l = 1 \rightarrow$ m có giá trị từ –1, 0, +1 và $n \geq 2$.

Như vậy có 3 trường hợp là có nghiệm phù hợp.

n = 2; l = 1; m = –1; m_S = +1/2 — $2p^1 \rightarrow$ (bo)
n = 2; l = 1; m = 0; m_S = –1/2 — $2p^5 \rightarrow$ (flo)
n = 4; l = 1; m = –1; m_S = –1/2 — $3p^4 \rightarrow$ (lưu huỳnh)

B: chu kì 2, nhóm IIIA, số thứ tự: 5
F: chu kì 2, nhóm VIIA, số thứ tự: 9
S: chu kì 3, nhóm VIA, số thứ tự: 16.

2. Một hợp chất ion cấu tạo từ ion M^{2+} và ion X^-. Trong phân tử MX_2 có tổng số hạt (p, n, e) là 186 hạt, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt

không mang điện là 54 hạt. Số khối của ion M^{2+} lớn hơn số khối của ion X^- là 21. Tổng số hạt trong ion M^{2+} nhiều hơn trong ion X^- là 27. Viết cấu hình electron của các ion M^{2+}; X^-.

Xác định số thứ tự, số chu kì, số nhóm, phân nhóm của M và X trong bảng hệ thống tuần hoàn.

(Trích đề thi học sinh giỏi Hoá học, năm 1994–1995)

GIẢI

MX_2 trong đó $M^{2+}X^-$. Gọi các hạt trong M là p_m, n_m, e_m và các hạt trong X là p_x, n_x, e_x. Ta có 4 phương trình sau ($p_m = e_m$; $p_x = e_x$):

$$\begin{cases} (n_m+p_m+p_m-2) + 2(n_x+p_x+p_x+1) = 186 & (1) \\ [(p_m+p_m-2) + 2(p_x+p_x+1)] - (n_m+2n_x) = 54 & (2) \\ (n_m+p_m) - (n_x+p_x) = 21 & (3) \\ (n_m+p_m+p_m-2) - (n_x+p_x+p_x+1) = 27 & (4) \end{cases}$$

Nhóm (1) và (2)

$$(2p_m+4p_x) + (n_m+2n_x) = 186$$

$$(2p_m+4p_x) - (n_m+2n_x) = 54$$

$$2(2p_m+4p_x) = 240$$

$$\begin{cases} p_m + 2p_x = \dfrac{240}{4} = 60 \\ n_m + 2n_x = 186 - 120 = 66 \end{cases}$$

$$(n_m + p_m) + 2(n_x+p_x) = 126 \quad (5)$$

$$(n_m+p_m) - (n_x + p_x) = 21 \quad (3)$$

$$3(n_x+p_x) = 105$$

$$\begin{cases} n_x + p_x = \dfrac{105}{3} = 35 & (6) \\ n_m + p_m = 21 + 35 = 56 & (7) \end{cases}$$

Thay các giá trị của phương trình (6), (7) vào (1) và (4)

$$\begin{cases} 56 + p_m - 2 + 2(35+p_x+1) = 186 \\ 56 + p_m - 2 - (35 + p_x + 1) = 27 \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_m + 2p_x = 186 - 56 + 2 - 70 - 2 = 60 \\ p_m - p_x = 27 - 56 + 2 + 35 + 1 = 9 \end{cases}$$

$$3p_x = 51$$

$p_x = 17 \Rightarrow$ X là Cl ; $p_m = 17 + 9 = 26 \Rightarrow$ M là Fe.

X: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5 \Rightarrow$ X: chu kì 3, nhóm VIIA.

M: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6 \Rightarrow$ M: chu kì 4, nhóm VIIIB.

3. Cho hai hợp chất X và Y có công thức là $(AB)_n$ và $(CD)_n$ với A, C là kim loại và B, D là phi kim. X và Y có cùng tổng số electron trong phân tử là 28.

a) Tìm công thức có thể có của X và Y.

b) Chọn các công thức ứng với trường hợp X, Y là hợp chất có tính cộng hoá trị cao hơn tính ion. Giải thích tính lựa chọn đó.

c) Khi cho X, Y tác dụng với HCl thu được 2 chất khí tương ứng là X', Y'.

HƯỚNG DẪN GIẢI

X có công thức là $(AB)_n$ và Y có công thức là $(CD)_n$ với tổng số electron trong X và Y bằng 28. Nên 28 phải chia hết cho n ⇒ n chỉ có thể nhận các giá trị = 1, 2, 4.

– Với n = 1 ⇒ X là AB, y là CD ⇒ A và B có cùng hoá trị, mà A, C là kim loại và B, D là phi kim. Vậy nếu A' ở nhóm I thì B' ở nhóm VII hoặc A' ở nhóm II thì B' ở nhóm VI.

• Nếu A, B cùng chu kì: $Z_A + Z_B = 28 \Rightarrow \overline{Z} = 14$; $Z_A = 11, 12, 13$.

A là Na (Z = 11); B là Cl (Z = 17)

A là Mg (Z = 12); B là S (Z = 16)

A là Al (Z = 13); B là P (Z = 15).

• Nếu A, B khác chu kì thì $Z_A > 14 \Rightarrow Z_A = 19, 20$.

A là K (Z = 19); B là F (Z = 9)

A là Ca (Z = 20); B là O (Z = 8)

A là Al (Z = 13); B là P (Z = 15).

Vậy X, Y có thể là NaCl, MgS, AlP, KF, CaO. Vì X, Y là hợp chất có tính cộng hoá trị cao hơn tính ion, nên ta chọn MgS và AlP do Mg^{2+} và Al^{3+} là cation có điện tích lớn, bán kính nhỏ, còn S^{2-} và P^{3-} là anion có điện tích âm lớn (theo trị số tuyệt đối), bán kính lớn.

Phản ứng với dung dịch HCl:



$MgS \xrightarrow{+HCl} H_2S$ (X'): Hiđro sunfua



$AlP \xrightarrow{+HCl} PH_3$ (Y'): Photphuahiđro hay photphin.

– Với n = 2 hay n = 4 không có cặp kim loại và á kim nào phù hợp:

$$\begin{cases} Z_A + Z_B = 14 \\ Z_A + Z_B = 7 \end{cases}$$

4. Cho các nguyên tố X, Y, Z với cấu hình e ngoài cùng lần lượt là:

X: $(n-1)p^4$; Y: np^4 ; Z: $(n+1)s^1$ với n = 3.

a) – Xác định số điện tích hạt nhân, vị trí 3 nguyên tố trong hệ thống tuần hoàn.

– Viết công thức oxit cao nhất của Y và Z.

b) Viết công thức cấu tạo các phân tử hợp bởi:

• X với Z ; • X với Y ; • X, Y và Z.

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) X: $(n-1)p^4$, thay n = 3. X: $2p^4$

Cấu hình đầy đủ của X: $1s^2 2s^2 2p^4$

Vị trí của X: Chu kì 2, nhóm VIA, Z = 8

Vị trí Y: chu kì 3, nhóm VIA. Z: 16 là S.

Z: $(n+1)s^1$ thay n = 3 Z: $4s^1$

Có 3 trường hợp:

• $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

Z: chu kì 4, nhóm IA, Z = 19 là kali

• $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

Z: chu kì 4, nhóm VIB, Z = 24 là crom

• $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

Z: chu kì 4, nhóm IB, Z = 29 là Cu.

b) X và Z: K_2O (bỏ qua 2 trường hợp Z là Cr và Cu)

X và Y: SO_2, SO_3

X Y và Z: K_2SO_3, K_2SO_4.

5. Tỉ số phần trăm khối lượng của nguyên tố R trong hợp chất với hiđro và phần trăm khối lượng nguyên tố R trong oxit cao nhất là 2,50734.

a) Xác định khối lượng mol của R cho biết R thuộc nhóm lẻ chu kì lớn và là phi kim.

b) Khi cho 1,8g kim loại A thuộc nhóm A tác dụng với R ta được 5,7g muối với hiệu suất 80%. Xác định khối lượng mol của A. Tính phần trăm khối lượng A trong oxit cao nhất?

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Gọi x là hoá trị cao nhất của R trong hợp chất oxit. Từ đó suy ra hoá trị của R trong hợp chất với hiđro là 8 – x.

Oxit cao nhất $R_2O_x \Rightarrow$ %R trong oxit = $\dfrac{2M_R}{2M_R + 16x}$

Hợp chất với H là $RH_{8-x} \Rightarrow$ %R trong RH_{8-x} = $\dfrac{M_R}{M_R + 8 - x}$

$$\frac{M_R}{M_R + 8 - x} : \frac{M_R}{2(M_R + 8x)} = 2,50374$$

$$\frac{M_R + 8x}{M_R + 8 - x} = 2,50374$$

$M_R + 8x = 2,50374M_R + 20,02992 - 2,50374x$

$$M_R = \frac{10,50374x - 20,02992}{1,50374}$$

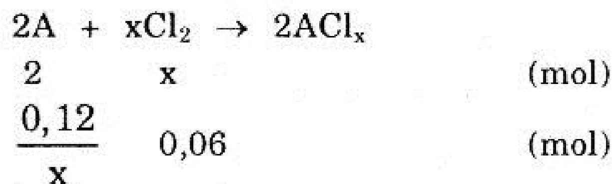
x	1	3	5	7
M_R	âm	7	21	35,5

Vậy R là clo.

b) Hiệu suất 80% vậy số gam A tham gia phản ứng: 1,8 × 0,8 = 1,44g.

Số gam clo tham gia phản ứng: 5,7 − 1,44 = 4,20g

$n_{Cl} = 0,06$ mol



$$2A + xCl_2 \rightarrow 2ACl_x$$

2   x   (mol)

$\frac{0,12}{x}$ 0,06   (mol)

$$M_A = \frac{1,44}{\frac{0,12}{x}} = 12x$$

x	1	2
M_A	12	24

Suy ra A là Mg.

6. Hai nguyên tố X, Y thuộc cùng một nhóm. X là phi kim tạo được với kali một hợp chất trong đó X chiếm 17,02% khối lượng. X tạo được với Y hai hợp chất trong đó Y chiếm 40% và 50% khối lượng. Xác định các nguyên tố X, Y.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Gọi hoá trị của X là a, hợp chất với K có công thức K_aX.

Tìm X: $\frac{m_X}{m_K} = \frac{17,02}{82,98}$; $\frac{M_X}{39a} = \frac{17,02}{82,98} \Rightarrow M_X = 8a$

a	1	2	3	...
M_X	8	16	24	...

Chỉ 1 cặp nghiệm hợp lí là a = 2 ; $M_X = 16$. Vậy X là oxi.

Tìm Y: Gọi hoá trị của Y là b và c.

Hai hợp chất của oxi và Y là Y_2O_b và Y_2O_c

Ta có: $\frac{2M_Y}{16b} = \frac{40}{60} = \frac{2}{3} \Rightarrow M_Y = \frac{16b}{3}$ (1)

$\frac{2M_Y}{16c} = \frac{50}{50} = 1 \Rightarrow M_Y = 8c$ (2)

Từ (1) và (2): $\frac{16b}{3} = 8c \Rightarrow \frac{b}{c} = \frac{24}{16} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4}...$

Tỉ lệ $\frac{b}{c} = \frac{3}{2}$ vậy b có thể có các giá trị 3, 6 và c có thể có các giá trị 2, 4.

Nếu c = 2 hợp chất là Y_2O_2 hay YO và $M_Y = 16$. Loại nghiệm này.

Nếu c = 4 hợp chất là Y_2O_4 hay YO_2

$$\frac{M_Y}{32} = \frac{50}{50} \Rightarrow M_Y = 32 \text{ vậy Y là S.}$$

Kiểm tra với cặp nghiệm c = 4 thì b = 6. Ta có Y_2O_6 hay YO_3 và Y là S thì tỉ lệ S chiếm 40% trong SO_3.

7. X là oxit cao nhất của nguyên tố R thuộc nhóm VI, có chứa 48% oxi theo khối lượng.

a) Xác định R và công thức của X.

b) Viết cấu hình electron của R và nhận xét về đặc điểm cấu hình này. Xác định electron hoá trị của R và giải thích kết quả tìm được.

(Trích đề thi chọn đội tuyển Học sinh giỏi bậc THPT TPHCM năm 2000)

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Kí hiệu R cũng là nguyên tố khối, giả sử công thức phân tử của X là RO_3.

$$\%O = \frac{48}{R + 48} = \frac{48}{100} \Rightarrow R = 52 \text{ (Cr)}$$

Công thức phân tử của X là CrO_3.

b) $_{24}Cr$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$, lẽ ra có cấu hình electron: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^4\ 4s^2$ nhưng chuyển thành cấu hình trước $3d^5\ 4s^1$ để có năng lượng thấp hơn, bền hơn vì 3d đạt cơ cấu nửa bão hòa.

Số electron hoá trị là 6, vì Cr là nguyên tố d nên số electron hoá trị là số electron thuộc lớp ngoài cùng và phân lớp d sát lớp ngoài cùng.

8. Cho 3 nguyên tố X, Y, Z thuộc cùng một chu kì trong bảng tuần hoàn ($Z_X < Z_Y < Z_Z$). Số hiệu nguyên tử của Y bằng trung bình cộng số hiệu nguyên tử của X và Z. Nguyên tử Y có 4 số lượng tử của electron cuối cùng là: n = 3; l = 1; m = 1; s = +1/2.

Xác định số hiệu nguyên tử và gọi tên 3 nguyên tố trên biết chỉ có 2 trong 3 nguyên tố này có khả năng tạo hợp chất khí với hiđro.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Nguyên tử của nguyên tố Y có 4 số lượng tử của electron cuối cùng là: n = 3 → ở lớp thứ 3; $l = 1$ → ở phân lớp p; m = 1 và s = +1/2 → p^3.

Cấu hình electron của nguyên tử Y: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$ (Z = 15).

Vậy Y là photpho thuộc chu kì 3.

X, Z cùng chu kì với Y → X, Z thuộc chu kì 3, mặt khác:

$$Z_X + Z_Z = 15 \times 2 = 30$$

X, Z có thể là: Mg – Ar; Al – Cl hoặc Si – S.

Vì chỉ có 2 trong 3 nguyên tố này có khả năng tạo hợp chất khí với hiđro nên X là Al và Z là Cl ($Z_X < Z_Z$).

9. Nguyên tử của 3 nguyên tố X, Y, Z có electron ngoài cùng có bộ 4 số lượng tử như sau:

X: n = 4; l = 0; m = 0; s = +1/2

Y: n = 3; l = 1; m = 0; s = –1/2

Z: n = 2; l = 1; m = –1; s = –1/2

Viết cấu hình electron, xác định vị trí của 3 nguyên tố trên trong bảng tuần hoàn và gọi tên chúng.

HƯỚNG DẪN GIẢI

X có electron ngoài cùng là $4s^1$.

Cấu hình electron: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

X ở ô 19, chu kì IV, nhóm IA: là nguyên tố kali.

Y có electron ngoài cùng $3p^5$

Cấu hình electron: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

Y ở ô 17, chu kì III, nhóm VIIA: là nguyên tố clo.

Z có electron ngoài cùng $2p^4$. Cấu hình electron: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

Z ở ô thứ 8, chu kì II, nhóm VIA: là nguyên tố oxi.

10. Có một hợp chất MX_3, tổng số các hạt là 196, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 60. Nguyên tử khối của X lớn hơn của M là 8. Tổng số các hạt trong ion X^- nhiều hơn trong ion M^{3+} là 16. Xác định vị trí của M và X trong bảng tuần hoàn.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Trong M có Z proton; E electron; N nơtron.

Trong X có Z' proton; E' electron; N' nơtron.

Hợp chất là MX_3; vì Z = E nên ta có:

$$(2Z + N) + (6Z' + 3N) = 196$$

$$(2Z + 6Z') - (N + 3N') = 60$$

$$(Z' + N') - (Z + N) = 8$$

$$(2Z' + N' + 1) - (2Z + N - 3) = 16$$

Giải hệ 4 phương trình trên ta có: Z = 13; N = 14 (Al)

Z' = 17; N' = 18 (Cl)

M: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$: chu kì 3, nhóm IIIA

X: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$: chu kì 3, nhóm VIIA.

BÀI TẬP TỰ GIẢI

11. Một hợp chất ion cấu tạo từ ion M^+ và ion X^{2-}. Trong phân tử M_2X có tổng số hạt (proton, nơtron, electron) là 140 hạt, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 44 hạt. Số khối của ion M^+ lớn hơn số khối của ion X^{2-} là 23. Tổng số hạt trong ion M^+ nhiều hơn X^{2-} là 31 hạt.

a) Viết cấu hình electron của các ion M^+ và X^{2-}.

b) Xác định vị trí của M và X trong bảng hệ thống tuần hoàn, những hợp chất hoá học có thể có giữa M và X, nêu tính chất hoá học của các hợp chất đó.

12. a) Cho biết số thứ tự nguyên tố của Ni là 28 và lớp ngoài cùng có 2 electron, hãy:

(1) Viết cấu hình electron của Ni và ion Ni^{2+}

(2) Xác định số thứ tự, chu kì và nhóm của Ni.

b) Cho 2 nguyên tố X, Y có bộ 4 số lượng tử của electron chót cùng là:

X: $n = 3; l = 1; m = 0; m_s = -\frac{1}{2}$

Y: $n = 3; l = 0; m = 0; m_s = -\frac{1}{2}$.

Viết cấu hình electron của X, Y. Xác định vị trí X, Y trong bảng tuần hoàn.

13. Viết cấu hình electron nguyên tử của các nguyên tố có Z = 24; Z = 29; Z = 30. Cấu hình electron của chúng có đặc điểm gì? Tại sao nguyên tố Cu ở nhóm IB, Zn ở nhóm IIB.

14. Hợp chất X tạo bởi 2 nguyên tố A, B và có phân tử khối là 76. A và B có số oxi hoá cao nhất trong các oxit là $+n_0$ và $+m_0$ và có số oxi hoá âm trong các hợp chất với hiđro là $-n_H$ và $-m_H$ thỏa mãn các điều kiện $|n_0| = |n_H|$ và $|m_0| = 3|m_H|$.

Hãy thiết lập công thức phân tử của X. Biết rằng A có số oxi hoá cao nhất trong X.

15. Hai nguyên tố X, Y, thuộc hai nhóm kế tiếp trong bảng hệ thống tuần hoàn các nguyên tố; Y thuộc nhóm 5. Ở trạng thái đơn chất X, Y không tác dụng được với nhau. Tổng số điện tích dương hạt nhân của hai nguyên tố là 23. Xác định 2 nguyên tố X và Y.

16. Hai nguyên tố A, B thuộc 2 nhóm A liên tiếp trong bảng tuần hoàn. B thuộc nhóm V, ở trạng thái đơn chất. A và B không phản ứng với nhau. Tổng số proton trong hạt nhân A và B bằng 23.

a) Viết cấu hình electron của A và B.

b) So sánh tính kim loại (phi kim) của A với B.

17. Viết cấu hình electron nguyên tử của các nguyên tố mà electron ở phân lớp ngoài cùng có bộ bốn số lượng tử:

$$n = 4; l = 0; m = 0; s = +1/2.$$

Gọi tên suy ra vị trí nguyên tố trong bảng tuần hoàn.

18. Cho nguyên tố A, nguyên tử của A tạo được hiđrua có công thức là HA ở thể khí (điều kiện thường). Điện tử cuối cùng của nguyên tử A có tổng n + l = 5 (với n, l là số lượng tử chính và số lượng tử phụ).

a) Viết cấu hình điện tử của A, xác định vị trí của A trong bảng tuần hoàn.

b) Viết phương trình phản ứng chứng minh đơn chất của A có tính oxi hoá, tính khử, tính tự oxi hoá khử.

19. Nguyên tố R là phi kim thuộc nhóm A trong bảng tuần hoàn. Tỉ lệ giữa phần trăm nguyên tố R trong oxit cao nhất và phần trăm R trong hợp chất khí với hiđro là 0,5955. Cho 4,05 gam một kim loại M chưa rõ hoá trị tác dụng hết với đơn chất R thì thu được 40,05 gam muối. Xác định nguyên tố R và M.

20. Nguyên tử của nguyên tố A có electron năng lượng cao nhất ứng với 4 số lượng tử: n = 3; l = 1, m = +1; s = –1/2.

a) Xác định vị trí của A trong bảng tuần hoàn. A là nguyên tố gì?

b) B là một đơn chất có tính oxi hoá mạnh tạo bởi nguyên tố mà ion tương ứng của nó có cấu hình electron giống cấu hình electron của A. Xác định công thức phân tử của B.

21. Một đơn chất A có khả năng tạo thành hợp chất với hiđro và hợp chất với oxi trong đó: $|n_H| - |n_O| = 0$.

n_H: hoá trị A trong hợp chất khí với hiđro.

n_O: hoá trị cao nhất A trong hợp chất với oxi.

$$\frac{\%m_H}{\%m_O} = \frac{11}{32}$$

A là nguyên tố nào sau đây:

a) S b) C c) Cl d) F.

22. Cho 3 nguyên tố A, B, D ($Z_A < Z_B < Z_D$).

– A, B cùng một nhóm A ở 2 chu kì liên tiếp trong bảng tuần hoàn.

– B, D là 2 nguyên tố kế cận nhau trong một chu kì.

– Tổng số proton trong 2 hạt nhân A, B là 24.

Xác định bộ 4 số lượng tử của electron sau cùng của A, B, D.

23. Cho biết phân mức năng lượng cao nhất của các nguyên tử A: $3p^5$; B: $3s^1$; C: $3p^6$; ion Y^{2-}: $3p^6$.

a) Viết cấu hình electron của A, B, C, Y. Dự đoán tính chất hoá học cơ bản của các nguyên tố A, B, C, Y?

b) Xác định vị trí của A, B, C, Y trong bảng tuần hoàn.

24. Cho nguyên tử của 3 nguyên tố A, B và D có electron ngoài cùng có bộ 4 số lượng tử lần lượt sau:

$n = 4; l = 0; m = 0; m_s = +1/2$

$n = 3; l = 1; m = -1; m_s = -1/2$

$n = 3; l = 1; m = 0; m_s = -1/2.$

Viết cấu hình electron của 3 nguyên tố trên. Xác định vị trí của A, B và D trong bảng tuần hoàn. Nguyên tố nào là kim loại, là phi kim?

25. Ba nguyên tố A, B, C có các electron cuối cùng mang bốn số lượng tử như sau:

A: $n = 1; l = 0; m = 0; s = +1/2$

B: $n = 2; l = 1; m = +1; s = +1/2$

C: $n = 2; l = 1; m = -1; s = -1/2.$

Xác định tên và vị trí của A, B, C trong bảng tuần hoàn.

26. Hãy sắp xếp các hạt vi mô sau đây theo chiều giảm dần bán kính hạt:

a) Rb^+, Y^{3+}, Kr, Br^-, Se^{2-}, Sr^{2+}

b) Na, Na^+, Mg, Mg^{2+}, Al, Al^{3+}, F^-, O^{2-}.

27. Cho các nguyên tử có lớp electron ngoài cùng:

A: $3s^2$; B: $3s^2 3p^4$; ion C^{2+}: $3s^2 3p^6$; ion D^-: $3s^2 3p^6$.

a) Cho biết số electron độc thân trong mỗi trường hợp.

b) Xác định vị trí của A, B, C, D trong bảng tuần hoàn, gọi tên A, B, C, D? Nêu tính chất hoá học cơ bản của các nguyên tố trên.

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

11. a) Trong nguyên tử M có: Z proton, E electron, N nơtron. Trong nguyên tử X có: Z' proton, E' electron, N' nơtron.

Ta đã biết $Z = E$; $Z' = E'$

Số khối của $M = Z + N$

Số khối của $X = Z' + N'$

Trong phân tử M_2X có:

$4Z + 2N + 2Z' + N' = 140$ (1)

$(4Z + 2Z') - (2N + N') = 44$ (2)

$(Z + N) - (Z' + N') = 23$ (3)

Khi tạo thành liên kết thì: $M - 1e \rightarrow M$

$X + 2e \rightarrow X^{2-}$

Do đó ta có: $(2Z - 1 + N) - (2Z' + 2 + N') = 31$

hay $2Z - 2Z' + N - N' = 34$ (4)

Từ (3) và (4) rút ra: $Z - Z' = 11$ (5)

Từ (1) và (2) rút ra: $2N + N' = 48$ (6)

Từ (3), (5) và (6) rút ra: $N = 20$; $N' = 8$

Từ (2), (5) và (6) rút ra: $Z = 19$; $Z' = 8$.

b) Cấu hình electron của M^+: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

X^{2-}: $1s^2 2s^2 2p^6$

M: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

Vị trí của M ở ô 19, chu kì 4, nhóm IA là K.

Vị trí của X ở ô 8, chu kì 2, nhóm VIA là oxi.

Hợp chất của M với X là K_2O là oxit bazơ, dễ tan trong nước, tác dụng với các dung dịch axit, dung dịch muối...

12. a) Cấu hình electron:

Ni: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

Ni^{+2}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8$

Ni ở chu kì 4 ở nhóm VIII, thuộc phân nhóm phụ.

b) X: $3p^5 \Rightarrow$ cấu hình $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

Y: $3s^2 \Rightarrow$ cấu hình $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

X: chu kì 3, ô số 17, nhóm VIIA

Y: chu kì 3, ô số 12, nhóm IIA.

13. Cấu hình electron của các nguyên tố có $Z = 24$; $Z = 29$; $Z = 30$ có đặc điểm sau:

$Z = 24$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$: có sự chuyển 1e ở phân lớp 4s của lớp ngoài cùng vào để làm đầy một nửa hoặc bán bão hòa (5e) phân lớp 3d.

$Z = 29$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$: có sự chuyển 1e ở phân lớp 4s của lớp ngoài cùng vào để làm bão hòa phân lớp 3d (10e). Những nguyên tố d có phân lớp d đã bão hòa thì số thứ tự của nhóm bằng số electron lớp ngoài cùng. Vì vậy nguyên tử của nguyên tố Cu ($Z = 29$) ở nhóm IB, còn nguyên tử của nguyên tố Zn ($Z = 30$) ở nhóm IIB.

14. Ta biết các nguyên tố nhóm I, II, III trong bảng tuần hoàn không có số oxi hoá âm, chỉ có nhóm IV thì $|n_0| = |n_H|$. Vậy A thuộc nhóm IV và công thức cả hai hợp chất là AO_2 và AH_4.

Vì số electron mà B nhận để trở thành ion âm bằng $8 - m_0$ (trong đó m_0 là số electron lớp ngoài cùng của B, tức là số oxi hoá dương cao nhất), do đó $m_0 = 3(8 - m_0)$ tức $m_0 = 6$, nghĩa là B thuộc nhóm VI và công thức các hợp chất là BO_3 và H_2B. Như vậy X có công thức là AB_2, và $M_B < \dfrac{76}{2} = 38$, nên B chỉ có thể là oxi ($M = 16$) hoặc lưu huỳnh ($M = 32$); suy ra $M_A = 76 - 2.16 = 44$ hoặc $M_A = 76 - 2 \times 32 = 12$. Trong nhóm IV không có nguyên tố ứng với nguyên tử khối là 44, do đó A phải là cacbon ($M = 12$) và B là lưu huỳnh.

Vậy công thức của X là CS_2 (cacbon sunfua).

15. Y thuộc nhóm 5. Suy ra X thuộc nhóm 4 hay 6. Nếu Y thuộc chu kì ≥ 4 thì Z của nguyên tố Y ≥ 23 trái với đề bài. Do đó hai nguyên tố có tổng số điện tích dương hạt nhân là 23 phải ở chu kì nhỏ.

– Gọi a, b là số lớp e trung gian (trừ lớp trong cùng và lớp ngoài cùng) của 2 nguyên tố X, Y thì:

a) Nếu X thuộc nhóm 4.

$$(2 + 8a + 4) + (2 + 8b + 5) = 23$$

$$\Rightarrow 8(a + b) = 10$$

a và b nguyên dương hoặc bằng không, nên phương trình trên không thỏa mãn.

b) Nếu X thuộc nhóm 6: $(2 + 8a + 6) + (2 + 8b + 5) = 23$

$$\Rightarrow 8(a + b) = 8$$

* $a = 0 \Rightarrow b = 1 \Rightarrow X\begin{matrix}6\\2\end{matrix}$ nguyên tố là oxi; $Y\begin{matrix}5\\8\\2\end{matrix}$ nguyên tố là photpho.

* $a = 1 \Rightarrow b = 0 \Rightarrow X\begin{matrix}6\\8\\2\end{matrix}$ nguyên tố là lưu huỳnh; $Y\begin{matrix}5\\2\end{matrix}$ nguyên tố là nitơ.

Theo đầu bài ở dạng đơn chất X, Y không tác dụng được với nhau X là S và Y là N.

16. B thuộc nhóm V, vậy Z_B nhỏ nhất chỉ có thể là 7

Z_A chỉ có thể lớn nhất là 23 – 7 = 16. Vậy A và B phải ở hai chu kì 2 và 3.

B không thể ở chu kì 4 vì nếu ở chu kì 4, nhóm V thì $Z_B > 23$

Nếu B ở nhóm V chu kì 3 thì $Z_B = 15$; $Z_A = 8$

B là photpho, A là oxi thỏa mãn giả thiết ở nhóm A liên tiếp. Nhưng không thỏa mãn dữ kiện A không tác dụng B. (Vì $P + O_2$ rất dễ phản ứng).

Nếu B ở chu kì 2 thì $Z_B = 7$; $Z_A = 16$.

B là nitơ, A là lưu huỳnh. Cặp này thỏa mãn 2 dữ kiện đầu bài. Tính phi kim của nitơ mạnh hơn lưu huỳnh.

17. Electron ngoài cùng thuộc phân lớp $4s^1$ (vì n = 4; l = 0, m = 0 và s =+1/2).

- Nếu không có phân lớp 3d: $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^1$; Z = 19 (K).
- Nếu có phân lớp 3d: $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^5\,4s^1$; Z = 24 (Cr)

  $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^{10}\,4s^1$; Z = 29 (Cu).

Vị trí trong bảng tuần hoàn:

K ở ô 19, chu kì 4, nhóm IA

Cr ở ô 24, chu kì 4, nhóm VIB

Cu ở cô 29, chu kì 4, nhóm IB.

18. a) HA ở thể khí vì thế A ở nhóm VIIA. Cấu hình electron hoá trị $ns^2\,np^5$, nên l = 1 và n = 4 như vậy cấu hình electron đầy đủ của A là $1s^2\,2s^2\,3s^2\,3p^6\,3d^{10}\,4s^2\,4p^5$. Vậy A ở chu kì 4, nhóm VIIA.

b) Tính oxi hoá: $Br_2 + H_2 \rightarrow 2HBr$

Tính khử: $Br_2 + 2KClO_3 \rightarrow Cl_2 + 2KBrO_3$

Tính tự oxi hoá-khử: $Br_2 + 2KOH \rightarrow KBr + KBrO + H_2O$.

19. Gọi x là hoá trị của R. Công thức oxit là R_2O_x, hợp chất với hidro là RH_{8-x}

Ta có: $\frac{2R}{2R+16x} : \frac{R}{R+8-x} = 0,5955$

$2R(R + 8 - x) : R(2R + 16x) = 0,5955$

$2R + 16 - 2x = 1,191R + 9,528x$

x	4	5	6	7
R	37	51	60	80

R là brom (Br)



$2M + Br_2 \longrightarrow 2MBr_x$

2M $\qquad$ 2M + 160x

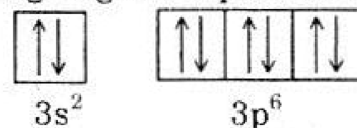
4,05 $\qquad$ 40,05

$2M \times 40,05 = 4,05(2M + 106x) \Rightarrow 72M = 648x$

x	1	2	3
M	9	18	27

Nguyên tố M là Al.

20. a) Electron cuối cùng của A ở lớp thứ 3, phân lớp p và thuộc obitan thứ 3. Sơ đồ obitan tương ứng của lớp electron ngoài cùng của nguyên tử A là:



$3s^2$ $\qquad$ $3p^6$

Cấu hình electron của A: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

A thuộc chu kì 3, nhóm VIIIA là nguyên tố Ar (argon).

b) B có tính oxi hoá mạnh nên B phải là một phi kim thuộc chu kì 3 vì tạo ra ion có cấu hình electron của Ar. Các phi kim thuộc chu kì 3 có Si, P, S, Cl. Đơn chất B phải là Cl_2 vì tính oxi hoá mạnh.

21. Hợp chất của A với H có công thức: AH_4

Hợp chất của A với O có công thức: AO_2

$\%H \text{ trong } AH_4 = \frac{4}{A+4} \times 100\%$

$\%O \text{ trong } AO_2 = \frac{32}{A+32} \times 100\%$

$$\frac{\%m_H}{\%m_O} = \frac{\frac{4}{A+4} \times 100\%}{\frac{32}{A+32} \times 100\%} = \frac{11}{32}$$

$A = 12$, vậy A là cacbon (C).

22. Ta có: $Z_A + Z_B = 24 \Rightarrow \overline{Z} = \dfrac{24}{2} = 12$

$\Rightarrow Z_A < 12 < Z_B$ (1)

A, B thuộc cùng nhóm A ở 2 chu kì liên tiếp nên A, B thuộc chu kì 2 và 3. Do đó:

$Z_B - Z_A = 8$ (2)

Từ (1) và (2) ta suy ra $Z_A = 8$, A là oxi và $Z_B = 16$, B là lưu huỳnh.

B, D là 2 nguyên tố kế cận nhau trong cùng chu kì:

$Z_D = Z_B + 1 = 17 \Rightarrow$ D là clo (Cl).

Cấu hình electron: O: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

S: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$

Cl: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$.

Bộ bốn số lượng tử của electron sau cùng của:

O: $n = 2; l = 1; m = -1; s = -1/2$

S: $n = 3; l = 1; m = -1; s = -1/2$

Cl: $n = 3; l = 1; m = 0, s = -1/2$.

23. a) A: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$.

A là phi kim mạnh có tính oxi hoá, tạo hiđrua và hiđroxit có tính axit.

B $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$. B là kim loại mạnh, có tính khử, hiđroxit có tính bazơ mạnh (bazơ kiềm).

C $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$. C là khí hiếm.

Y^{2-}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$. Vậy Y có cấu hình $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$ và Y là S.

b) Học sinh tự giải.

24. A: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

B: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$

D: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

Nguyên tố A: số thứ tự 19 ở chu kì 4, nhóm IA là kim loại.

Nguyên tố B: số thứ tự 16 ở chu kì 3, nhóm VIA là phi kim.

Nguyên tố D: số thứ tự 17 ở chu kì 3, nhóm VIIA là phi kim.

25. A: $1s^1$ chu kì 1, nhóm IA: A là hiđro

B: $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ chu kì 2, nhóm VA: B là nitơ

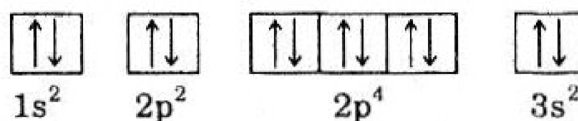
C: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$ chu kì 2; nhóm IVA: C là oxi.

26. a) $Se^{2-} > Br^- > Kr > Rb^+ > Sr^{2+} > Y^{3+}$.

b) $Na > Mg > Al > O^{2-} > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$.

27. a) A có cấu hình hình lớp electron ngoài cùng: $3s^2$

Không có electron độc thân:



B có 2 electron độc thân: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$

C^{2+} không có electron độc thân: $3s^2\ 3p^6$

D^- cũng như C^{2+} không có electron độc thân.

b) A là Mg: kim loại mạnh, có tính khử, tạo hiđroxit có tính bazơ.

B là S: là phi kim mạnh, có tính oxi hoá và cả tính khử, tạo hiđrua và hiđroxit có tính axit.

C cũng là S.

D là clo: phi kim mạnh hơn S, có tính oxi hoá mạnh. Trong một số trường hợp Cl_2 có khả năng tự oxi hoá-khử. Hiđrua có tính axit khi tan vào nước, hiđroxit có tính axit.

CHƯƠNG 3

CẤU TẠO PHÂN TỬ VÀ LIÊN KẾT HÓA HỌC

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NHỚ

I. Các kiểu liên kết hoá học

1. Khái niệm về liên kết

Liên kết hoá học được thực hiện giữa hai nguyên tử trong phân tử đơn chất hay hợp chất. Trừ trường hợp khí hiếm, ở điều kiện bình thường các nguyên tử của các nguyên tố không tồn tại ở trạng thái tự do, riêng rẽ mà liên kết với các nguyên tử khác tạo thành phân tử hay tinh thể.

2. Các kiểu liên kết

a) Liên kết ion

– Liên kết ion là liên kết được tạo bởi lực hút tĩnh điện giữa các ion mang điện trái dấu.

– Bản chất của liên kết ion là lực hút tĩnh điện giữa các ion mang điện trái dấu.

– Điều kiện liên kết: Liên kết ion hình thành giữa những nguyên tố khác hẳn nhau về bản chất hoá học thường do các nguyên tử kim loại điển hình tác dụng với phi kim điển hình, ở đó có sự nhường nhận electron giữa kim loại và phi kim.

– Liên kết ion chỉ hình thành khi hiệu số độ âm điện ($\Delta\chi$) giữa kim loại và phi kim là ≥ 2.

b) Liên kết cộng hoá trị

Tuy nhiên sự hình thành liên kết trong phân tử giữa những nguyên tử của các nguyên tố có bản chất hoá học giống nhau hoặc tương tự nhau, ví dụ phân tử Cl_2, O_2, NO_2, SO_2... thì không thể giải thích sự hình thành liên kết trong phân tử bằng lí thuyết nhường thu electron ở lớp ngoài cùng theo kiểu hình thành liên kết ion. Để giải thích sự hình thành liên kết phân tử các loại này người ta giải thích bằng liên kết cộng hoá trị.

– Liên kết cộng hoá trị là liên kết được hình thành bằng một hay nhiều cặp electron chung. Nếu cặp electron chung chỉ do một nguyên tử đóng góp thì liên kết giữa hai nguyên tử là liên kết cho-nhận.

c) Hiệu độ âm điện và liên kết hoá học

Trên thực tế trong hầu hết các trường hợp, trạng thái liên kết vừa mang tính chất cộng hoá trị vừa mang tính chất ion. Dựa vào hiệu số độ âm điện giữa hai nguyên tử của một liên kết ta có thể biết được loại liên kết trong phân tử.

Sai biệt độ âm điện $\Delta\chi$	$0 \rightarrow < 0,4$	$\geq 0,4 \rightarrow <2,0$	1,8	$\geq 1,8$
Loại liên kết	Cộng hoá trị không phân cực	Cộng hoá trị phân cực	50% cộng hoá trị 50% tính ion	ion

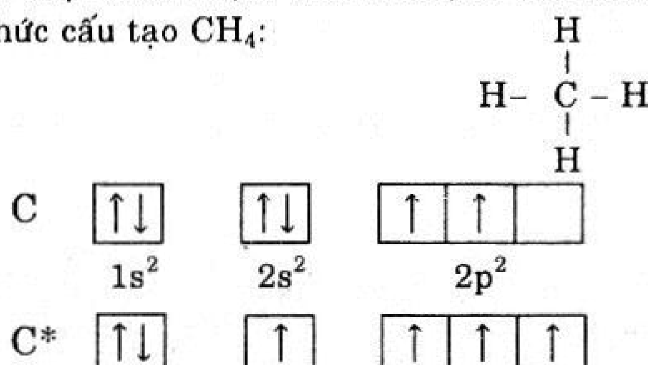
II. Sự lai hoá các obitan nguyên tử và hình dạng của phân tử

Khi áp dụng quan niệm về liên kết cộng hoá trị để giải thích liên kết hoá học trong các trường hợp khác thì kết quả không phù hợp, chẳng hạn phân tử H_2O. Thực nghiệm đo được góc liên kết HOH bằng $104,5^0$. Nếu giả thiết rằng trong phân tử H_2O nguyên tử oxi đưa ra 2 obitan p xen phủ với 2 obitan 1s của 2 nguyên tử hiđro thì góc liên kết đó phải là 90^0. Rõ ràng sự giải thích đó không phù hợp thực nghiệm. Như vậy AO 2p của oxi có hình dạng khác hoặc như trong phân tử CH_4 một obitan 2s và 3 obitan 2p xen phủ với 4 nguyên tử H. Như vậy, đáng lẽ trong phân tử CH_4 phải có 2 loại liên kết khác nhau là: 1 liên kết s-s và 3 liên kết p-s. Tuy nhiên, thực nghiệm cho biết 4 liên kết C–H trong phân tử CH_4 giống hệt nhau. Để giải thích trường hợp trên đây và các trường hợp tương tự, các nhà hoá học Mỹ Slây-tơ và Pao-linh đã đề ra thuyết lai hoá.

1. Khái niệm về lai hoá

Để hiểu được khái niệm về lai hoá, ta xét liên kết trong phân tử CH_4.

Công thức cấu tạo CH_4:



(Dạng kích thích)

Trước khi tham gia vào liên kết một obitan 2s trộn lẫn với ba obitan 2p thành 4 obitan lai hoá mới giống hệt nhau, gọi là 4 obitan lai hoá sp^3. Bốn obitan lai hoá sp^3 xen phủ với bốn obitan 1s của bốn nguyên tử H tạo thành bốn liên kết C–H giống hệt nhau. Như vậy hiểu thế nào là sự lai hoá các obitan nguyên tử?

Lai hoá obitan là sự tổ hợp (trộn lẫn) các obitan hoá trị ở các phân lớp khác nhau tạo thành các obitan lai hoá giống hệt nhau.

2. Điều kiện lai hoá bền

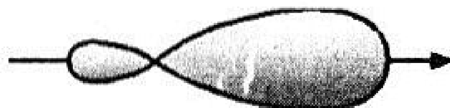
– Điều kiện để trạng thái lai hoá obitan của nguyên tử xảy ra và tạo liên kết bền là: Các obitan lai hoá được với nhau khi năng lượng của chúng xấp xỉ bằng nhau.

Mật độ electron của các obitan nguyên tử tham gia lai hoá phải đủ lớn để độ xen phủ của obitan lai hoá với các obitan nguyên tử khác (tham gia liên kết) đủ lớn để tạo liên kết bền.

3. Các kiểu lai hoá thường gặp

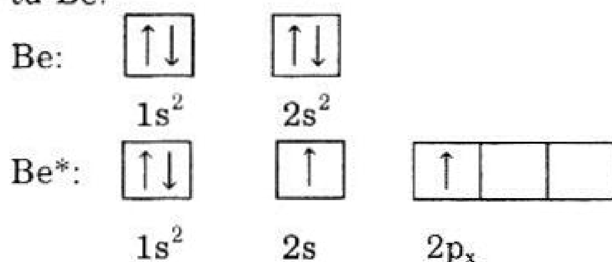
a) Lai hoá sp

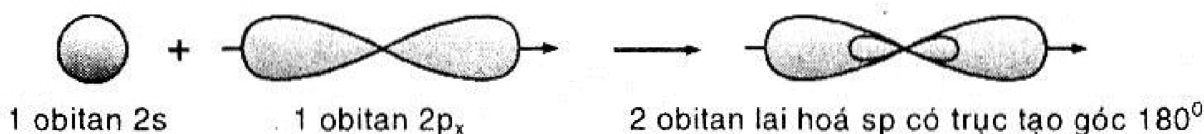
Lai hoá sp là sự tổ hợp 1 obitan s (khối cầu) với 1 obitan p (khối cầu số 8 cân đối) tạo thành 2 obitan lai hoá sp (có hình khối cầu số 8 nổi không cân đối) nằm thẳng hàng với nhau về phía đối xứng nhau và trục đối xứng của các obitan lai hoá tạo với nhau những góc 180^0.

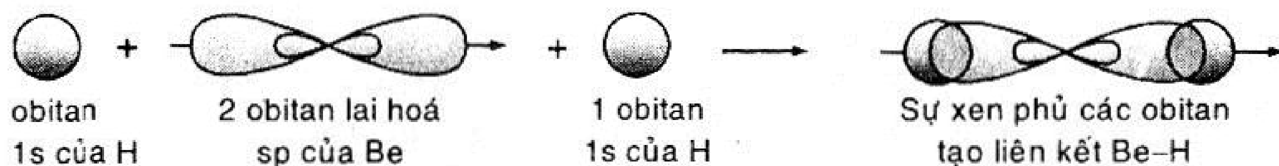


Dạng của 1 obitan lai hoá sp

Thí dụ trong phân tử BeH_2, cấu hình electron viết dưới dạng ô lượng tử của nguyên tử Be:







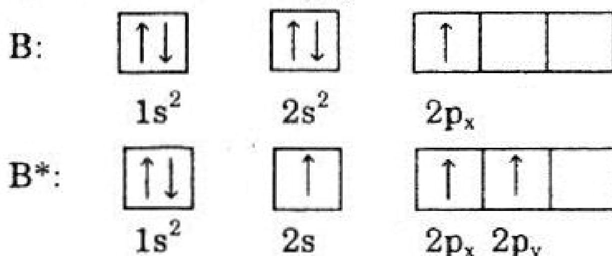
Ở lớp 11 các em sẽ nghiên cứu kĩ lai hoá sp trong C_2H_2...

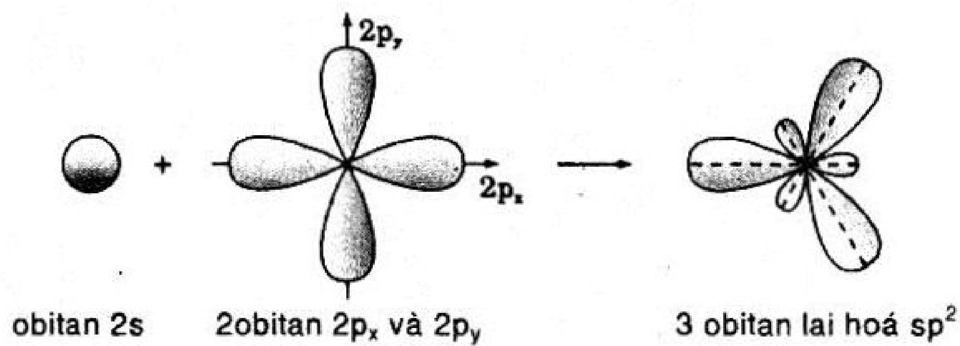
b) Lai hoá sp^2

Lai hoá sp^2 đó là sự tổ hợp 1 obitan s với 2 obitan p tạo thành 3 obitan lai hoá sp^2 (có hình cầu số 8 nổi không cân đối) nằm trong mặt phẳng, định hướng từ tâm đến đỉnh của tam giác đều và trục đối xứng của các obitan lai hoá tạo với nhau những góc 120^0C.

Thí dụ trong phân tử BF_3

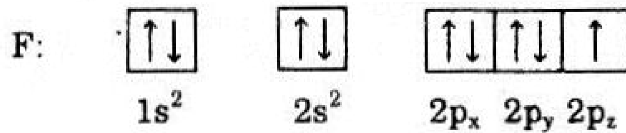
• Cấu hình electron của nguyên tử B viết dưới dạng ô lượng tử.

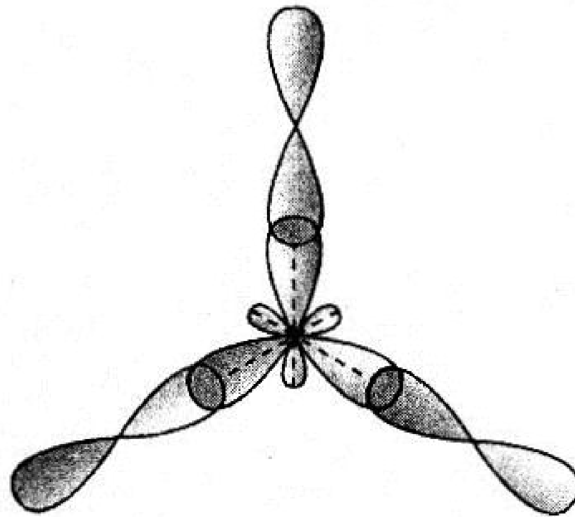




Trạng thái lai hoá sp^2 của nguyên tử B

• Cấu hình electron của nguyên tử F viết dưới dạng ô lượng tử.





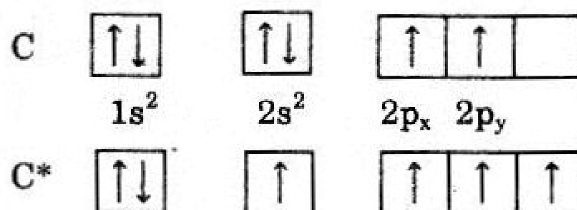
Sự hình thành các liên kết trong phân tử BF_3

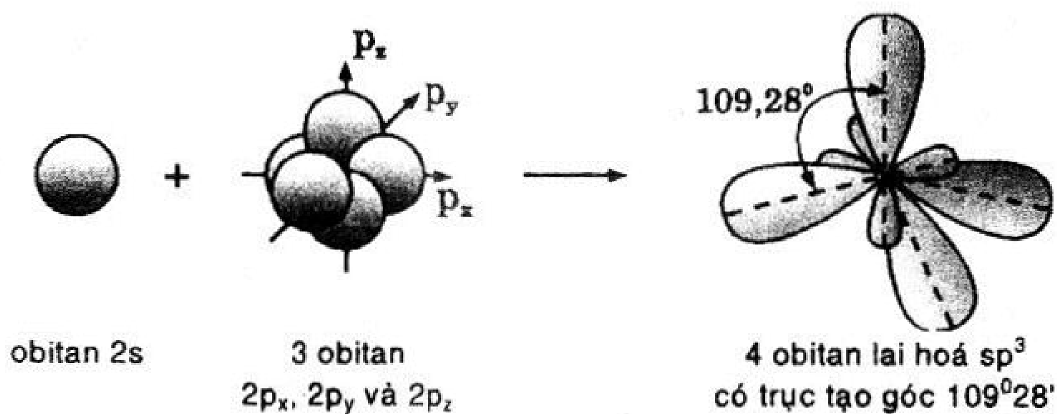
c) Lai hoá sp^3

Lai hoá sp^3 là sự tổ hợp 1 obitan s với 3 obitan p tạo thành 4 obitan lai hoá sp^3 có hình khối cầu số 8 nổi không cân đối định hướng từ tâm đến 4 đỉnh của hình tứ diện đều và trục đối xứng của các obitan lai hoá tạo với nhau những góc $109^0 28'$. Trong các phân tử H_2O, NH_3, CH_4 và các ankan các nguyên tố O, N, C có trạng thái lai hoá sp^3.

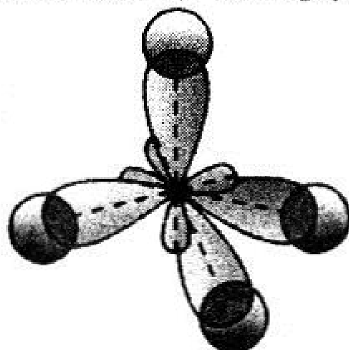
Thí dụ trong phân tử CH_4.

Cấu hình electron nguyên tử cacbon viết dưới dạng ô lượng tử





Trạng thái lai hoá sp^3 của nguyên tử C



Sự hình thành liên kết trong phân tử CH_4

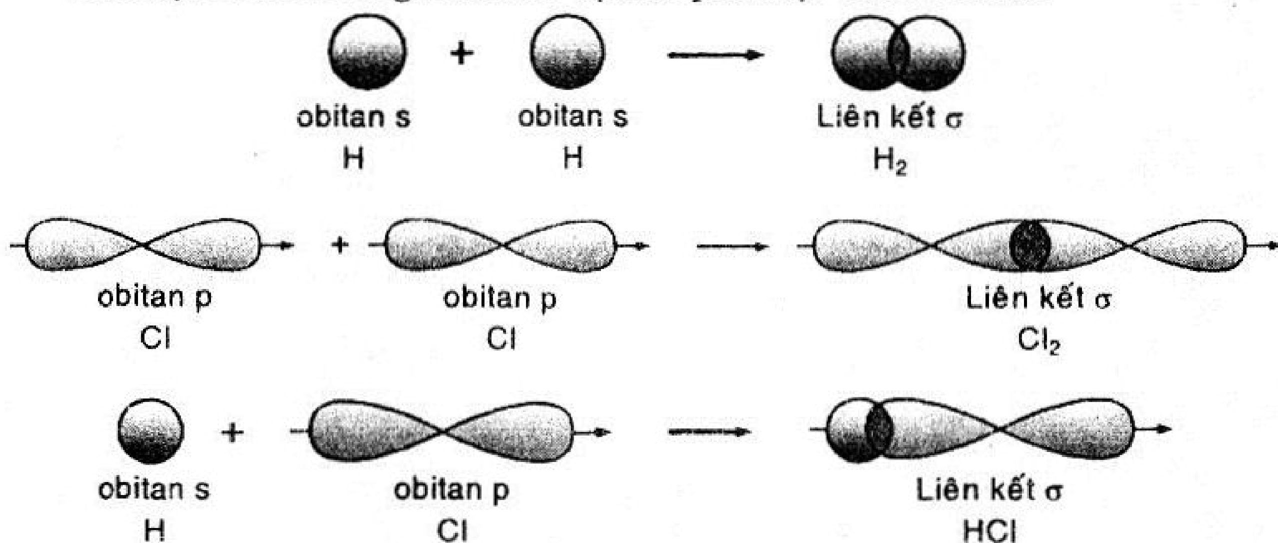
III. Sự xen phủ các obitan tạo thành liên kết đơn, liên kết đôi và liên kết ba

1. Liên kết đơn sigma (σ)

– Liên kết được hình thành do sự xen phủ trục* của 2 obitan một electron (hai trục đối xứng trùng nhau), liên kết bền.

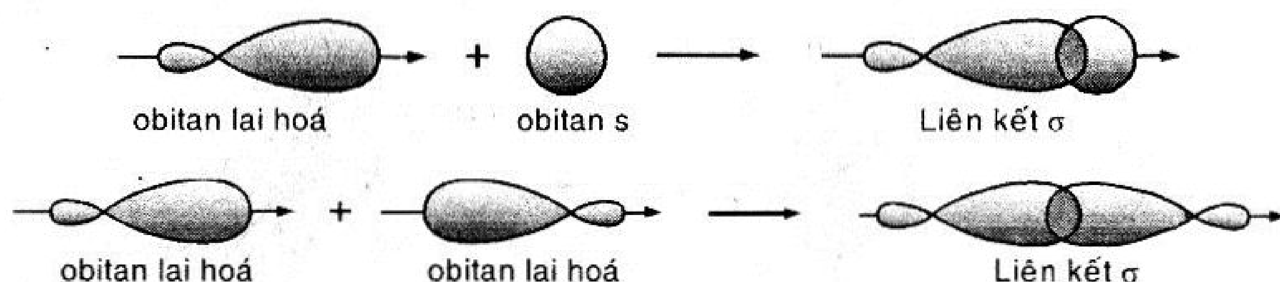
– Xen phủ trục nên nguyên tử quay được dễ dàng quanh trục nối hai nhân.

Thí dụ: Liên kết sigma (σ) do sự xen phủ trục của 2 obitan.



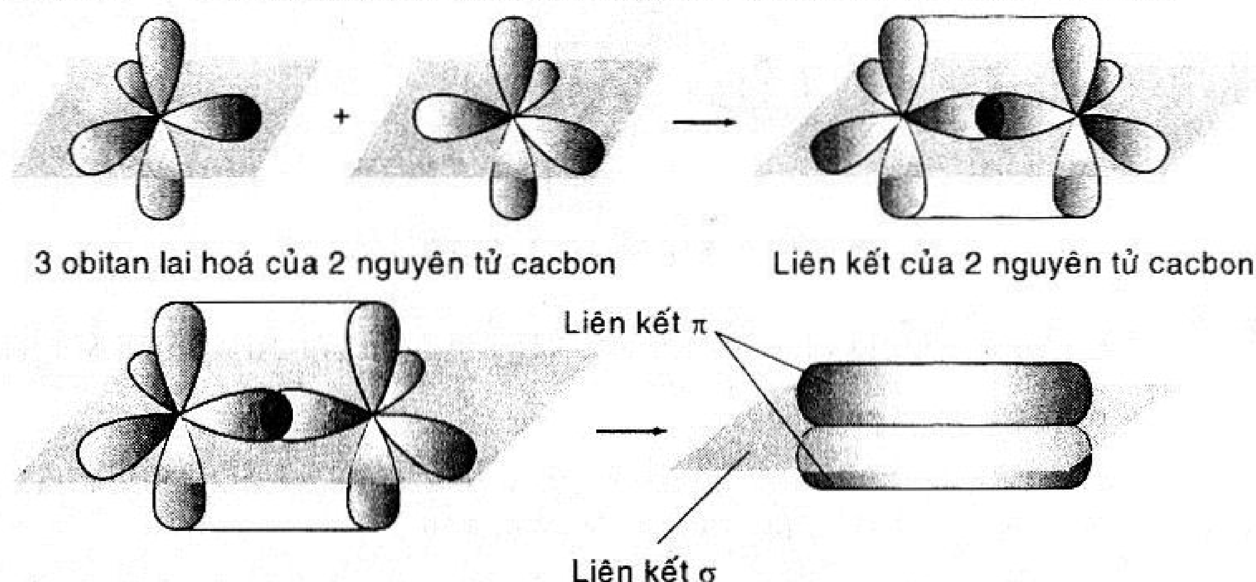
---

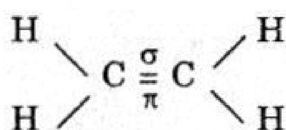
* *Sự xen phủ trục là sự xen phủ trong đó trục của obitan liên kết trùng với đường nối tâm của hai nguyên tử liên kết. Sự xen phủ trục tạo liên kết σ.*



2. Liên kết đôi

Trong phân tử C_2H_4, mỗi nguyên tử cacbon có sự lai hoá giữa một obitan s với hai obitan p theo kiểu sp^2. Các obitan lai hoá tạo một liên kết σ giữa 2 nguyên tử cacbon và hai liên kết σ với 2 nguyên tử hiđro. Mỗi nguyên tử cacbon còn một obitan p không tham gia lai hoá xen phủ bên với nhau tạo liên kết π. Liên kết giữa 2 nguyên tử cacbon trong C_2H_4 là liên kết đôi.

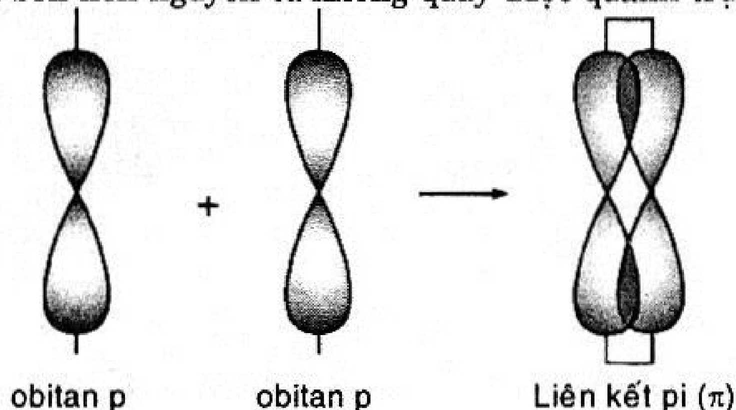




Lưu ý: Liên kết π.

– Liên kết được hình thành do sự xen phủ bên của hai obitan p một electron (hai trục đối song song), sự xen phủ xảy ra ít nên liên kết π kém bền.

– Do xen phủ bên nên nguyên tử không quay được quanh trục nối hai nhân.

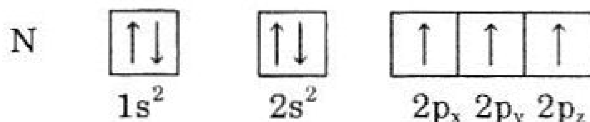


3. Liên kết ba

Xét trong phân tử N_2

Cấu hình electron của nguyên tử N viết dưới dạng ô lượng tử

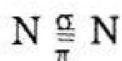
Trạng thái cơ bản



Nguyên tử N có 5 electron lớp ngoài cùng, khi hình thành phân tử N_2, mỗi nguyên tử góp 3 electron độc thân thành 3 liên kết. Người ta gọi đó là liên kết ba.

Mỗi nguyên tử nitơ dùng một obitan $2p_x$ để tạo liên kết giữa hai nguyên tử theo kiểu xen phủ trục tạo liên kết σ.

Mỗi nguyên tử nitơ còn hai obitan p còn lại $2p_y$ và $2p_z$ xen phủ bên với nhau từng đôi một tạo hai liên kết π.



Công thức cấu tạo phân tử N_2

B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. So sánh và giải thích góc liên kết trong phân tử OF_2 và OCl_2; OCl_2 và SCl_2.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Góc liên kết trong phân tử OF_2 và OCl_2: Nguyên tử trung tâm O ô ở trạng thái lai hóa sp^3, phân tử có dạng chữ V. Do liên kết O–F phân cực về phía F nên 2 đôi electron liên kết cách xa nhau còn liên kết O–Cl phân cực về phía O nên 2 đôi electron liên kết gần nhau do đó lực đẩy giữ các đôi electron này mạnh hơn làm cho góc liên kết trong phân tử OCl_2 lớn hơn góc liên kết trong phân tử OF_2.

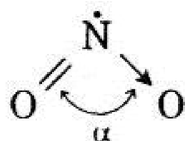
Góc liên kết trong phân tử OCl_2 và SCl_2: Nguyên tử trung tâm là O và S đều ở trạng thái lai hóa sp^3, phân tử có dạng chữ V. Do liên kết O–Cl phân cực về phía O nên đôi electron liên kết gần nhau còn liên kết S–Cl phân cực về phía Cl nên 2 đôi electron liên kết xa nhau. Do đó lực đẩy giữa các đôi electron này yếu hơn làm cho góc liên kết trong phân tử SCl_2 bé hơn góc liên kết trong phân tử OCl_2 (góc liên kết trong các phân tử OF_2, OCl_2 và SCl_2 lần lượt là 105^0, 111^0, 103^0).

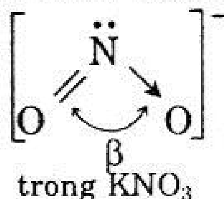
2. So sánh độ lớn góc liên kết, có giải thích:

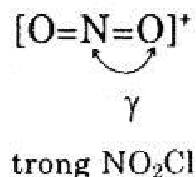
a) Góc $\widehat{ONO}$ trong các phân tử NO_2; KNO_2; NO_2Cl.

b) Góc $\widehat{FBF}$; $\widehat{HNH}$; $\widehat{FNF}$ trong các phân tử BF_3, NH_3, NF_3.

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) 



trong KNO_3


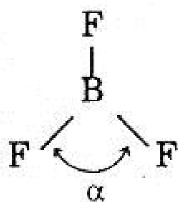
trong NO_2Cl

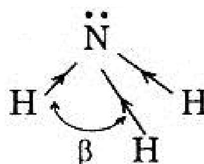
Độ lớn góc liên kết $\gamma > \alpha > \beta$.

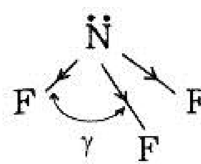
Giải thích:

– Trong NO_2^+ không có electron liên kết trên N, hai liên kết σ tạo góc 180^0 để giảm thiểu lực đẩy giữa các đôi electron liên kết ($\gamma = 180^0$).

– Trong NO_2^- có 1 đôi electron liên kết trên N, lực đẩy lên 2 đôi electron liên kết mạnh hơn trường hợp NO_2 có 1e không liên kết nên $\alpha > \beta$.

b) 





Độ lớn góc liên kết $\alpha > \beta > \gamma$.

Giải thích:

– Trong BF_3, B ở trạng thái lai hóa sp^2, còn trong NH_3 và NF_3, N ở trạng thái lai hóa $sp^3 \Rightarrow \alpha$ lớn nhất ($\alpha = 120^0$).

– Trong NH_3 đôi electron liên kết bị kéo về N làm tăng lực đẩy giữa các obitan chứa đôi electron liên kết, trái lại trong NF_3 đôi electron liên kết bị kéo về F, làm giảm lực đẩy giữa các obitan chứa đôi electron liên kết $\Rightarrow \beta > \gamma$.

3. Các năng lượng cắt đứt liên kết trong phân tử H_2 và trong ion phân tử H_2^+ lần lượt là 436kJ/mol và 258kJ/mol. Yếu tố gì đã quyết định sự khác nhau về năng lượng đó? Các năng lượng cắt đứt liên kết trong phân tử H_2 và trong ion phân tử H_2^+ lần lượt là 435kJ/mol và 258 kJ/mol. Yếu tố gì đã quyết định sự khác nhau về năng lượng đó?

HƯỚNG DẪN GIẢI

Liên kết cộng hóa trị trong phân tử H_2 được tạo nên bởi 2 electron có spin ngược nhau sắp xếp trên obitan phân tử liên kết, còn trong ion H_2^+ liên kết chỉ tạo bởi 1 electron. Vì vậy độ bội liên kết trong H_2 lớn hơn trong H_2^+ nên năng lượng cắt đứt liên kết của H_2 lớn hơn.

5. a) So sánh độ lớn góc liên kết của các phân tử sau đây. Giải thích.

(1) PI_3, PCl_3, PBr_3, PF_3.

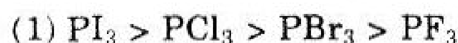
(2) CH_4, NH_3, H_2O

(3) H_2O, H_2S

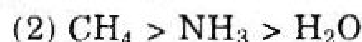
b) So sánh nhiệt độ nóng chảy của các chất sau: NaCl, KCl, MgO. Giải thích.

HƯỚNG DẪN GIẢI

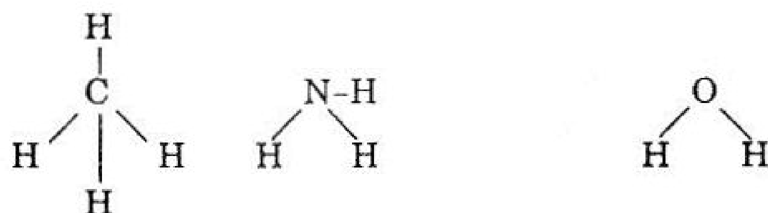
a) So sánh độ lớn góc liên kết của các phân tử


(1) $PI_3 > PCl_3 > PBr_3 > PF_3$

Giải thích: Vì độ âm điện của I < Cl < Br < F. Độ âm điện của phối tử càng lớn càng kéo lại gần nhau làm góc liên kết nhỏ lại.


(2) $CH_4 > NH_3 > H_2O$

Giải thích:



Số cặp electron chưa tham gia liên kết càng nhiều càng đẩy nhau, góc liên kết càng nhỏ.


(3) $H_2O > H_2S$

Giải thích: Vì độ âm điện của O > S, độ âm điện của nguyên tử trung tâm càng lớn sẽ kéo mây của đôi electron liên kết về phía nó nhiều hơn làm tăng độ lớn góc liên kết.

b) So sánh nhiệt độ nóng chảy của các chất: MgO > NaCl > KCl.

Giải thích: bán kính ion $K^+ > Na^+$.

Điện tích ion $Mg^{2+} > Na^+$ và $O^{2-} > Cl^-$

(Năng lượng phân li tỉ lệ thuận với điện tích ion và tỉ lệ nghịch với bán kính ion).

6. Trong anion AB_3^{2-} có 30 proton. Trong nguyên tử A cũng như B có số proton bằng số nơtron.

a) Viết cấu hình electron của nguyên tử A, B.

b) Trong hợp chất giữa A, B có những loại liên kết gì.

HƯỚNG DẪN GIẢI

AB_3^{2-} có 30 proton

$\overline{Z} = \dfrac{30}{4} = 7,5 \Rightarrow Z_A < 7,5$ thì $Z_B > 7,5$ hoặc $Z_A > 7,5$ thì $Z_B < 7,5$

$$Z_A + 3Z_B = 30 \Rightarrow Z_A = 3(10 - Z_B)$$

Giả thiết: $Z_A > 7,5$ và $Z_B < 7,5$

Z_B	7	6	5
Z_A	9	12	15
AB_3^{2-}	FN_3^{3-}	MgC_3^{3-}	PN_3^{3-}
	Loại	Loại	Loại

Giả thiết: $Z_B > 7,5$ và $Z_A < 7,5$

Z_B	8	9
Z_A	6	3
AB_3^{2-}	CO_3^{2-}	BeF_3^{3-}
	Nhận	Loại

$Z_A + 3Z_B = 30 \Rightarrow Z_A = 3(10 - Z_B)$

$Z_B < 10$ thì Z_A mới có giá trị

$\overline{Z} = \frac{30}{4} = 7,5$

Cho $Z_B < 10$ và $Z_B > 7,5$

Z_B	9	9
Z_A	3	6

M_B 16 ⇒ B là oxi ; $M_A = 12$ ⇒ A là cacbon.

Cho B < 7,5

Z_B	7	6	5
Z_A	9	12	15

Mỗi cặp nghiệm $Z_B = 6 \Rightarrow$ B là C

$Z_A = 12 \Rightarrow$ A là Mg

⇒ Không có ion MgC_3^{2-} (Loại cặp nghiệm này)

Ion AB_3^{2-} là CO_3^{2-}.

7. Một nguyên tố R và một nguyên tố X có cấu hình electron lớp ngoài cùng lần lượt là $...3s^1$ và $...3s^2\ 3p^5$.

a) Xác định các nguyên tố R, X, công thức hợp chất giữa chúng và loại liên kết hình thành trong hợp chất thu được.

b) Xác định nguyên tố A có cấu hình electron ngoài cùng là $...4s^1$. Xác định công thức hợp chất có thể có giữa A, X.

Cho biết:

Số thứ tự	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Kí hiệu	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn

(Trích đề thi học sinh giỏi cấp thành phố (TPHCM) năm học 1996–1997)

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Nguyên tố: R: Na

X: Cl

• Hợp chất và các loại liên kết: NaCl, liên kết ion.

b) Xác định nguyên tố A

A có thể là: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1 \rightarrow$ Số thứ tự 19: K

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1 \rightarrow$ Số thứ tự 24: Cr

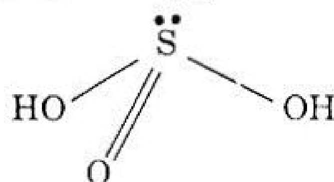
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1 \rightarrow$ Số thứ tự 29: Cu

Công thức hợp chất giữa A, X: KCl, $CrCl_3$, $CuCl$, $CuCl_2$.

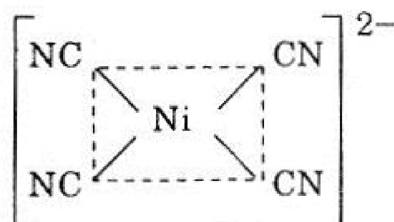
8. Dùng thuyết nối hóa trị, hãy cho biết cơ cấu lập thể (biểu diễn bằng hình vẽ) và trạng thái lai hóa của nguyên tử trung tâm của các phân tử và ion sau: H_2SO_3, $[Ni(CN)_4]^{2-}$, IF_7, PCl_5.

HƯỚNG DẪN GIẢI

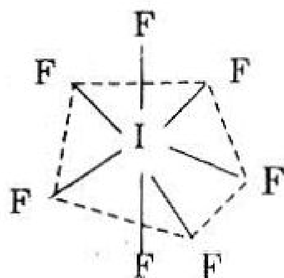
H_2SO_3: S ở trạng thái lai hóa sp^3, cơ cấu tứ diện.



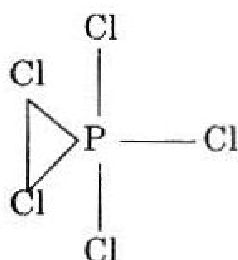
$[Ni(CN)_4]^{2-}$: Ni^{2+} ở trạng thái lai hóa sp^2d cơ cấu hình vuông.



IF_7: I ở trạng thái lai hóa sp^3d^3 cơ cấu lưỡng tháp ngũ giác.



PCl_5: P ở trạng thái lai hóa sp^3d cơ cấu lưỡng tháp đáy tam giác.



BÀI TẬP TỰ GIẢI

9. Electron cuối cùng phân bố vào các nguyên tử của các nguyên tố A, B lần lượt được đặc trưng bởi:

A: $n = 3, l = 1, m = -1, s = +1/2$

B: $n = 3, l = 1, m = 0, s = -1/2$.

a) Dựa trên cấu hình electron, xác định vị trí của A, B trong bảng tuần toàn.

b) Cho biết loại liên kết và viết công thức cấu tạo của phân tử AB_3.

c) Trong tự nhiên tồn tại hợp chất A_2B_6. Giải thích sự hình thành liên kết trong phân tử của hợp chất này.

(Trích đề thi Olympic 30-4 năm 2001)

10. Viết công thức cấu tạo kiểu Lewis của các phân tử và ion: SF_6, SO_2, Fe_2O, H_2SO_3, SO_4^{2-}. Cho biết trạng thái lai hóa của nguyên tử trung tâm và dạng hình học của các phân tử và ion trên.

11. Cho biết trạng thái lai hóa của nguyên tử trung tâm và cấu tạo hình học của mỗi phân tử sau đây: NCl_3, ClF_3, BrF_5.

12. a) Cho biết độ âm điện của các nguyên tố sau:

Nguyên tố	$_4Be$	$_{13}Al$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}Cl$	$_9F$
Độ âm điện	1,5	1,6	2,2	2,6	3,1	4,0

Hãy cho biết trong các hợp chất $BeCl_2$, $AlCl_3$, PCl_5, SF_6 là liên kết cộng hóa trị hay liên kết ion. Nếu là liên kết cộng hóa trị thì phải giải thích như thế nào theo quan điểm của thuyết cơ học lượng tử.

(Trích đề thi học sinh giỏi cấp thành phố (TPHCM) năm học 1996-1997)

b) N_2 và Cl_2 đều có độ âm điện bằng 3, nhưng ở điều kiện thường N_2 có tính oxi hóa kém clo, hãy giải thích?

13. a) Cho biết trạng thái lai hóa của các nguyên tử trung tâm trong các phân tử và ion sau: NH_4^+, NH_3, BF_3, SO_2. Cho biết phân tử nào phân cực? không phân cực?

b) Cho biết kiểu lai hóa của các nguyên tử trung tâm trong các phân tử sau: PCl_5, SF_6, SO_2Cl_2, CaH_2, NF_3.

14. Xét hai phân tử PF_3 và PF_5

a) Viết công thức cấu tạo theo Lewis các phân tử trên. Cho biết trạng thái lai hóa của nguyên tử trung tâm và dạng hình học của hai phân tử.

b) Trong hai phân tử trên, phân tử nào có cực, phân tử nào không cực? Giải thích.

c) Có phân tử NF_5, AsF_5 không? Tại sao?

15. Mô tả dạng hình học phân tử, trạng thái lai hóa của nguyên tử nguyên tố trung tâm trong các phân tử: IF_5, XeF_4, $Be(CH_3)_2$.

16. Hãy cho biết dạng hình học và trạng thái lai hóa của nguyên tố trung tâm, viết công thức cấu tạo của BrF_3, IF_5 và SO_3^{2-}.

17. Hãy cho biết cơ cấu lập thể (biểu diễn bằng hình vẽ) và trạng thái lai hóa của nguyên tử trung tâm các phân tử và ion sau: SF_6, NH_3, ICl_3, H_2SO_4, SO_2, CO_3^{2-}, SO_3^{2-}.

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

9. A = 3, l = 1, m = –1, s = +1/2 ⇒ Cấu hình e: [Ne] $3s^2\ 3p^1$.

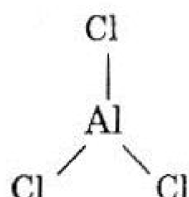
B: n = 3, l = 1, m = 0, s = –1/2 ⇒ Cấu hình e: [Ne] $3s^2\ 3p^5$.

a) A: ô thứ 13 (Z = 13), chu kì 3 (có 3 lớp electron), nhóm IIIA (khối p và có 3 electron hóa trị) ⇒ Nguyên tố Al.

B: ô thứ 17 (Z = 17), chu kì 3 (có 3 lớp electron), nhóm VIIA (khối p và có 7 electron hóa trị) ⇒ Nguyên tố Cl.

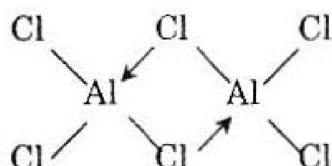
b) Liên kết giữa các nguyên tử trong phân tử $AlCl_3$ là liên kết cộng hóa trị.

Cấu tạo:



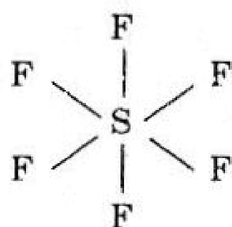
c) Phân tử Al_2Cl_6 được hình thành do sự nhị hợp $AlCl_3$, liên kết giữa hai phân tử $AlCl_3$ hình thành do việc tạo liên kết phối trí giữa nguyên tử Cl với nguyên tử Al.

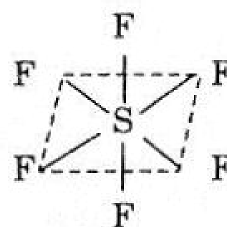
Cấu tạo:



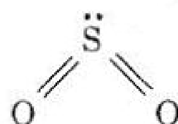
10. Công thức Lewis, dạng hình học, trạng thái lai hóa của nguyên tử trung tâm:

SF_6: Bát diện đều S lai hóa sp^3d^2





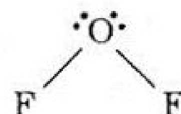
SO_2: O=S̈=O phân tử có góc S lai hóa sp^2



$\widehat{OSO} = 120^0$

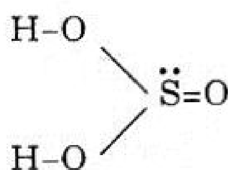
F_2O: Phân tử có góc — O lai hóa sp^3

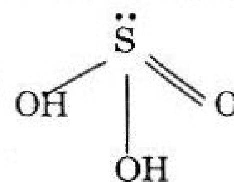




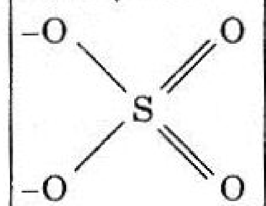
$\widehat{FOF} \approx 109,5^0$

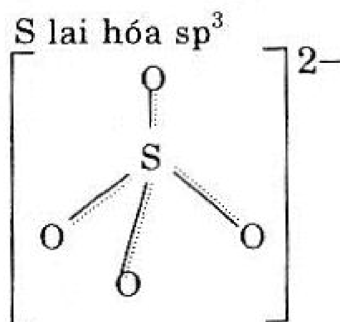
H_2SO_3: Tháp tam giác — S lai hóa sp^3



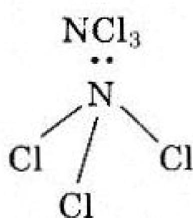
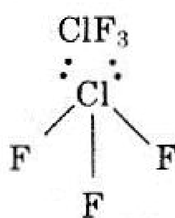
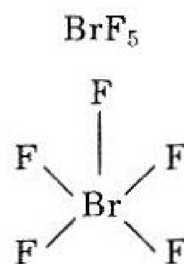


SO_4^{2-}: Tứ diện đều — S lai hóa sp^3





11. Trạng thái lai hóa và cấu tạo hình học:

NCl_3	ClF_3	BrF_5
		
N lai hóa sp^3	Cl lai hóa sp^3d	Br lai hóa sp^3d^2
Tháp đáy tam giác	Dạng chữ T	Dạng tháp vuông

12. a) $BeCl_2$ có $\Delta\chi = 1,6$, liên kết cộng hóa trị, cấu hình lai hóa sp.

$AlCl_3$ có $\Delta\chi = 1,5$, liên kết cộng hóa trị, cấu hình lai hóa sp^2.

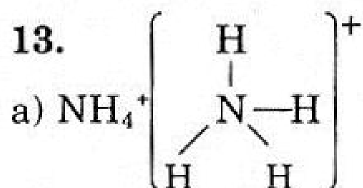
PCl_5 có $\Delta\chi = 0,9$, liên kết cộng hóa trị, cấu hình lai hóa sp^3d^1.

SF_6 có $\Delta\chi = 1,4$, liên kết cộng hóa trị, cấu hình lai hóa sp^3d^2.

b) N_2 và Cl_2 mặc dù có độ âm điện bằng nhau nhưng phân tử Cl_2 có 1 liên kết đơn (σ) còn phân tử N_2 (N≡N) có liên kết ba (1 liên kết σ và 2 liên kết π) do đó phân tử N_2 bền vững hơn Cl_2. Muốn tham gia phản ứng, phải cần năng lượng để phá vỡ liên kết, vì vậy ở điều kiện thường phân tử N_2 bền vững hơn Cl_2, nên thể hiện tính oxi hóa yếu hơn.

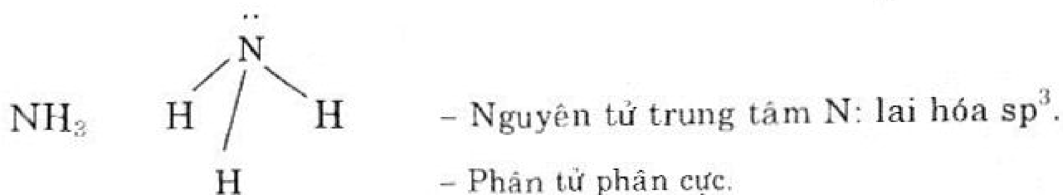
13.

a) NH_4^+



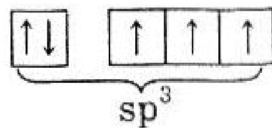
– Nguyên tử trung tâm N: lai hóa sp^3.

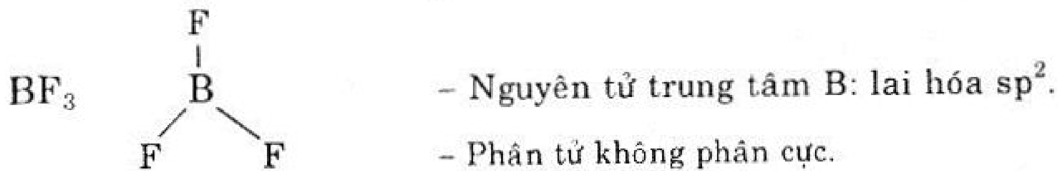
– Phân tử phân cực.



NH_3 – Nguyên tử trung tâm N: lai hóa sp^3.

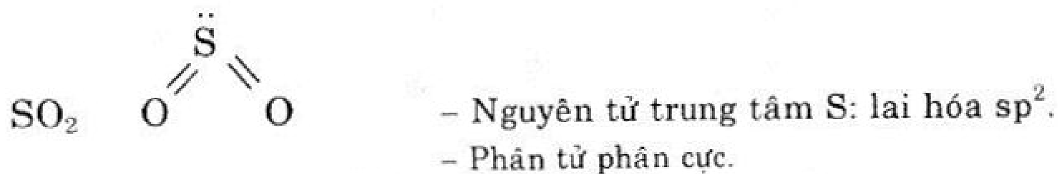
– Phân tử phân cực.





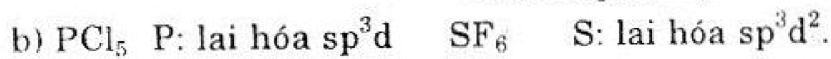
BF_3 – Nguyên tử trung tâm B: lai hóa sp^2.

– Phân tử không phân cực.



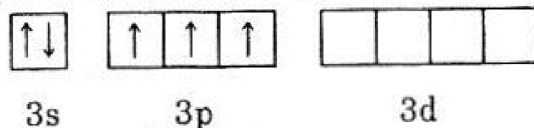
SO_2 – Nguyên tử trung tâm S: lai hóa sp^2.

– Phân tử phân cực.

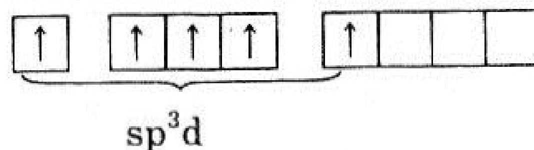


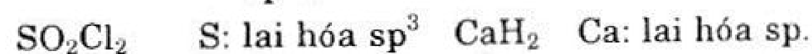
b) PCl_5 P: lai hóa sp^3d SF_6 S: lai hóa sp^3d^2.

– P có cấu hình e ở trạng thái cơ bản



– P ở trạng thái lai tạo trước khi tham gia liên kết



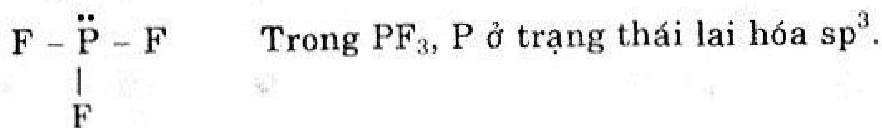


SO_2Cl_2 S: lai hóa sp^3 CaH_2 Ca: lai hóa sp.

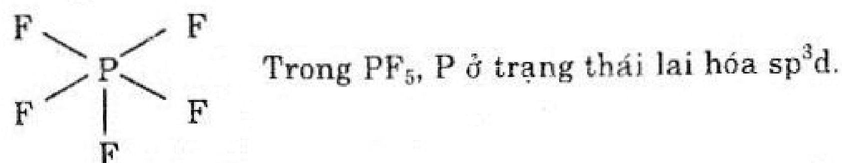


NF_3 N: lai hóa sp^3.

14. a) Công thức cấu tạo theo Lewis



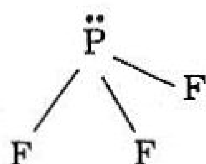
Trong PF_3, P ở trạng thái lai hóa sp^3.

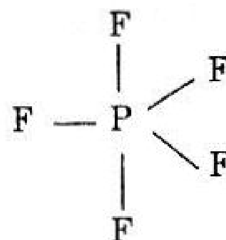


Trong PF_5, P ở trạng thái lai hóa sp^3d.

Phân tử PF_3 có dạng hình học chóp tam giác.

Phân tử PF_5 có dạng hình học lưỡng chóp tam giác





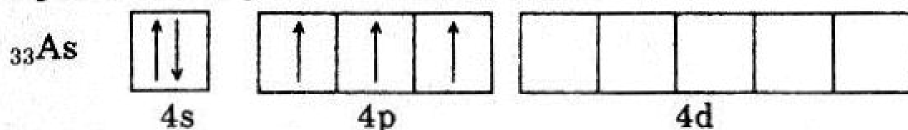
b) Trong hai phân tử trên PF_3 có cực, PF_5 không cực.

Giải thích: các liên kết P → F đều có cực và có momen lưỡng cực μ_i, trong PF_3, $\sum \overrightarrow{\mu_i} \neq \vec{0}$ nên phân tử có cực.

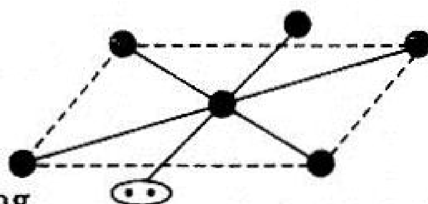
Trong PF_5, $\sum \overrightarrow{\mu_i} = \vec{0}$ nên phân tử không phân cực.

c) Không có phân tử NF_5 vì lớp thứ 2 của N không có phân lớp 2d trống để có sự kích thích electron từ 2s → 2d để được 5e như P.

Có phân tử AsF_5 vì:



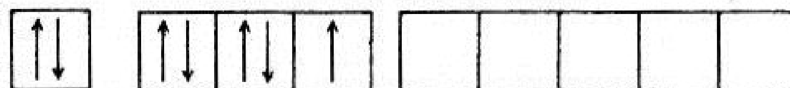
15. IF_5:



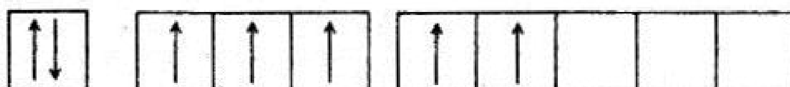
– Có dạng chóp vuông

– I lai hóa sp^3d^2

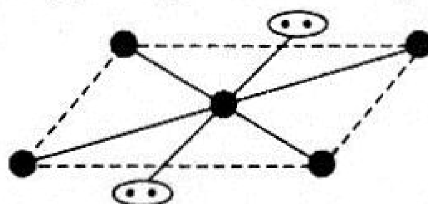
I: $5s^2\ 5p^5\ 5d^0$



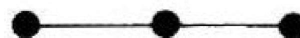
I*: $5s^2\ 5p^3\ 5d^2$



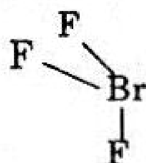
XeF_4 có dạng vuông phẳng; Xe: lai hóa sp^3d^2



$Be(CH_3)_2$: thẳng hàng; Be: lai hóa sp



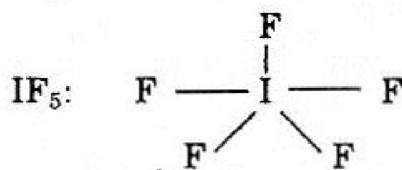
16. BrF_3:



– Br ở trạng thái lai hóa sp^3d.

– BrF_3 có dạng chữ T.

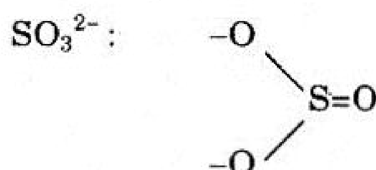
IF_5:



– I ở trạng thái lai hóa sp^3d^2.

– IF_5 có hình tháp đáy vuông.

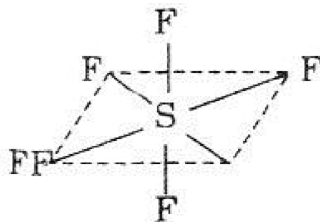
SO_3^{2-}:



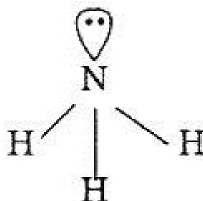
– S ở trạng thái lai hóa sp^3.

– SO_3^{2-} có hình tháp đáy tam giác.

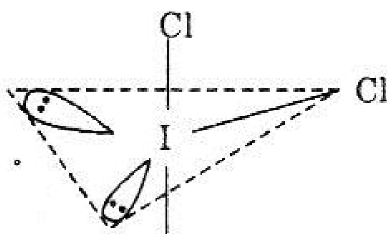
17. SF_6: S ở trạng thái lai hóa sp^3d^2, cơ cấu tứ diện.



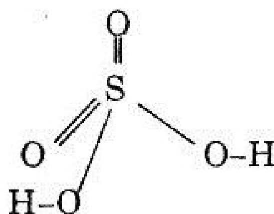
NH_3: N ở trạng thái lai hóa sp^3 cơ cấu tứ diện.



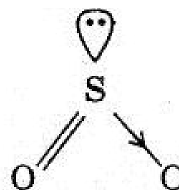
ICl_3: I ở trạng thái lai hóa sp^3d, cơ cấu lưỡng tháp tam giác.



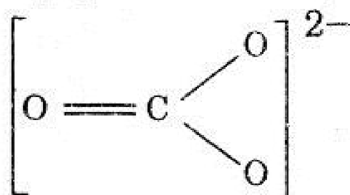
H_2SO_4: S ở trạng thái lai hóa sp^3, cơ cấu tứ diện.



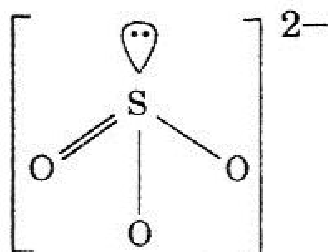
SO_2: S ở trạng thái hóa sp^2, cơ cấu phẳng.



CO_3^{2-}: C ở trạng thái lai hóa sp^2, cơ cấu phẳng.



SO_3^{2-}: S ở trạng thái lai hóa sp^3 cơ cấu tứ diện.



CHƯƠNG 4

HOÁ HỌC VÀ DÒNG ĐIỆN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NHỚ

I. Dãy điện hoá của kim loại

1. Khái niệm về cặp oxi hoá-khử

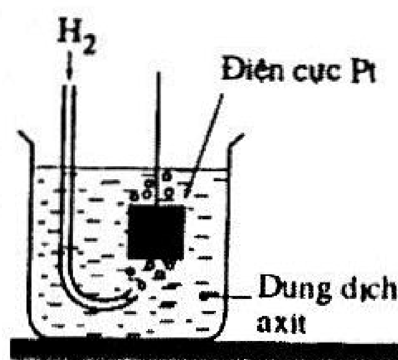
Mỗi chất oxi hoá và chất khử của cùng một nguyên tố kim loại tạo nên cặp oxi hoá-khử.

2. Thế điện cực chuẩn của kim loại

Xác định thế điện cực chuẩn cho mỗi cặp oxi hoá-khử: Để so sánh thế điện cực của các điện cực khác nhau, người ta dùng thế điện cực chuẩn.

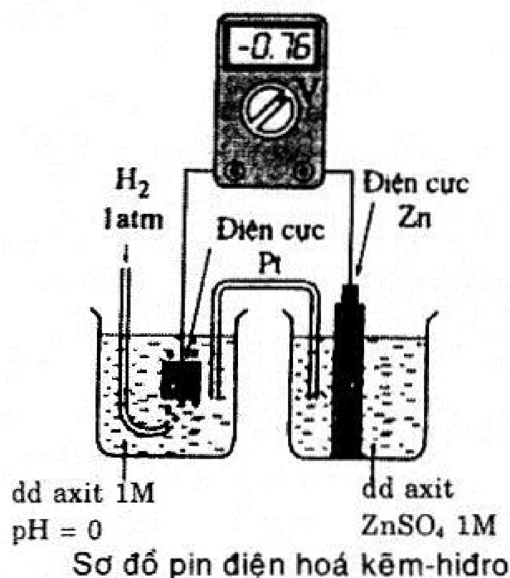
a) Thế điện cực chuẩn hiđro

– Cấu tạo của điện cực hiđro chuẩn gồm một điện cực platin được phủ bằng bột platin. Điện cực được nhúng vào một dung dịch axit chứa các ion H^+, nồng độ 1M. Khí H_2 được đưa liên tục thổi qua dung dịch axit để hấp thụ khí H_2 có p = 1 atm. Như vậy thế điện cực chuẩn hiđro là cặp oxi hoá-khử H^+/H_2.



Cấu tạo của điện cực hiđro chuẩn

– Người ta quy ước thế điện cực chuẩn hiđro của cặp oxi hoá-khử, kí hiệu $E^0(H^+/H_2) = 0$ V (volt).



Sơ đồ pin điện hoá kẽm-hiđro

b) Thế điện cực chuẩn của kim loại

Để xác định thế điện cực chuẩn của kim loại nào đó, ta thiết lập một pin điện hoá gồm điện cực chuẩn của kim loại với điện cực hiđro chuẩn. Von kế điện tử cho biết thế điện cực chuẩn của kim loại.

Ví dụ: Thế điện cực chuẩn của cặp Zn^{2+}/Zn

– Lắp thiết bị pin điện hoá Zn/H, hiđro là cực (+), Zn là cực (–) (hình vẽ trang trước).

– Khi pin điện hoá phóng điện, ở điện cực xảy ra các phản ứng sau


Cực (–) anot: $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e$


Cực (+) catot: $2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$

Phản ứng oxi hoá-khử xảy ra trong pin điện hoá:


$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{2+}$

– Von kế điện tử cho biết hiệu số điện thế lớn nhất giữa 2 cặp điện cực chuẩn của cặp Zn^{2+}/Zn và H^+/H_2 là –0,76V. $E^0(Zn^{2+}/Zn)$ = –0,76V.

Nhận xét:

– Thế điện cực chuẩn của các cặp oxi hoá-khử M^{n+}/M là số dương nếu khả năng oxi hoá của cation M^{n+} là mạnh hơn so với H^+, nghĩa là cặp M^{n+}/M là cực dương của pin. *Ví dụ:* $E^0(Ag^+/Ag)$ = +0,80V.

– Thế điện cực chuẩn của các cặp oxi hoá-khử M^{n+}/M là số âm nếu khả năng oxi hoá của các cation M^{n+} yếu hơn so với cation H^+, nghĩa là cặp M^{n+}/M là cực âm của pin. Ví dụ: $E^0(Mg^{2+}/Mg)$ = –2,73V.

3. Dãy điện hoá chuẩn của kim loại

– Dãy điện hoá chuẩn của kim loại là dãy những cặp oxi hoá-khử của kim loại được sắp xếp theo chiều thế điện cực chuẩn của các cặp oxi hoá-khử tăng dần. Dưới đây là dãy điện hoá chuẩn của một số kim loại thông dụng:

Mg^{2+}/Mg	Al^{3+}/Al	Zn^{2+}/Zn	Fe^{2+}/Fe	Ni^+/Ni	Sn^{2+}/Sn	Pb^{2+}/Pb	H^+/H_2	Cu^{2+}/Cu	Ag^+/Ag	Au^{3+}/Au
–2,37	–1,66	–0,76	–0,44	–0,23	–0,14	–0,13	0,00	+0,34	+0,80	+1,50 (V)

– Nhận xét: Thế điện cực chuẩn $E^0(M^{n+}/M)$ càng lớn thì tính oxi hoá của cation M^{n+} càng mạnh và tính khử của M càng yếu. Ngược lại thế điện cực chuẩn $E^0(M^{n+}/M)$ càng nhỏ thì tính oxi hoá của cation M^{n+} càng yếu và tính khử của kim loại M càng mạnh.

II. Suất điện động của pin điện hoá

1. Tính suất điện động của pin ở điều kiện chuẩn

Khi gặp bài toán tính suất động của pin trong điều kiện chuẩn và dự đoán chiều của phản ứng oxi hoá-khử xảy ra trong dung dịch nước.

– Suất điện động của pin là một đại lượng đặc trưng cho bản chất và nồng độ của các chất tham gia vào phản ứng oxi hoá- khử ở trong pin. Cho nên để dễ so sánh các pin khác nhau, người ta dùng đại lượng suất điện động đo được trong các điều kiện chuẩn (nồng độ 1 mol ion/l của các ion trong dung dịch, áp suất 1 atm của chất khí và ở 25^0C) gọi là suất điện động chuẩn E^0.

Suất điện động của pin (E^0) = Thế điện cực dương – thế điện cực âm

Ví dụ: Suất điện động chuẩn của pin kẽm- đồng là:

$$E^0 = E^0_{Cu} - E^0_{Zn} = 0,34 - (-0,76) = 1,1\ V.$$

– Thế điện cực chuẩn càng âm dạng khử của nó là chất khử càng mạnh, những nguyên tố có thế điện cực chuẩn lớn có tính oxi hoá mạnh.

– Dựa vào suất điện động của pin người ta có thể xác định trực tiếp biến thiên năng lượng Gip của phản ứng oxi hoá- khử.

$$\Delta G^0 = -nFE^0; \qquad \Delta G = -nFE^0$$

E^0 và E là suất điện động (tính bằng V) của pin ở điều kiện chuẩn và điều kiện bất kì.

F là hằng số Faraday bằng 96500 Culông/đương lượng gam.

ΔG^0 và ΔG là biến thiên năng lượng Gíp (tính bằng J) ở điều kiện chuẩn và điều kiện bất kì.

n là số electron tối thiểu được trao chuyển trong phản ứng oxi hoá-khử.

– Những kim loại có thế điện cực chuẩn $E^0 < 0$ có thể tan trong dung dịch axit giải phóng hiđro. Phản ứng tự xảy ra là phản ứng giữa chất oxi hoá mạnh hơn, tương ứng với thế điện cực lớn hơn, với chất khử mạnh hơn, tương ứng với thế điện cực nhỏ hơn. Kim loại có thế điện cực chuẩn bé đẩy được kim loại có thế điện cực chuẩn lớn hơn ra khỏi dung dịch muối của nó.

– Để phản ứng oxi hoá khử xảy ra thì $E^0 > 0$, nghĩa là $\Delta G^0 < 0$.

2. Tính suất điện động của pin ở điều kiện bất kì

Khi gặp bài toán tính suất điện động của pin không ở điều kiện chuẩn và dự đoán chiều phản ứng oxi hoá-khử:

$$E_{Ox/K} = E^0 + \frac{0,059}{n}\lg\frac{C_{oxi\ hóa}}{C_{khử}}$$

Ví dụ: Cặp (MnO_4^-/Mn^{2+})



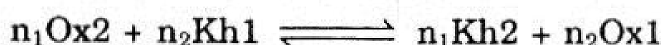
$$MnO_4^- + 8H_3O^+ + 5e \rightleftharpoons Mn^{2+} + 12H_2O$$

$$E_{(MnO_4^-/Mn^{2+})} = E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}} + \frac{0,059}{5}\lg\frac{[MnO_4][H_3O^+]^8}{[Mn^{2+}]}$$

Tóm lại: Giả sử có cặp Ox1/Kh1 có thế điện cực E_1 và cặp Ox2/Kh2 mà thế điện cực là E_2. Khả năng sẽ có phản ứng giữa hai cặp này theo phương trình:



$$Ox1 + n_1e \rightleftharpoons Kh1 \text{ và } \quad Ox2 + n_2e \rightleftharpoons Kh2$$



$$n_1Ox2 + n_2Kh1 \rightleftharpoons n_1Kh2 + n_2Ox1$$

- Nếu $E_2 > E_1$, phản ứng xảy ra theo chiều thuận
- Nếu $E_2 < E_1$, phản ứng xảy ra theo chiều nghịch
- Nếu $E_2 = E_1$, phản ứng cân bằng.

3. Khi gặp bài toán tính hằng số cân bằng:

• $\Delta G^0 = -RT\ln K_C \Rightarrow K_C = 10^{-\frac{\Delta G^0}{2,303RT}}$

• $K_C = 10^{\frac{nE^0}{0,059}}$

III. Cân bằng phản ứng oxi hoá-khử

1. Cân bằng phản ứng oxi hoá-khử bằng phương pháp cân bằng ion-electron

Phương pháp này không đòi hỏi phải biết chính xác số oxi hoá của nguyên tố, nhưng chỉ áp dụng được cho trường hợp các phản ứng oxi hoá-khử xảy ra trong dung dịch, ở đó phần lớn các chất oxi hoá và chất khử tồn tại ở dạng ion.

Cân bằng theo 5 bước:

Bước 1: Tách ion xác định các nguyên tố có số oxi hoá thay đổi và viết các nửa phản ứng oxi hoá và khử.

Bước 2: Cân bằng phương trình các nửa phản ứng:

– Cân bằng số nguyên tử của mỗi nguyên tố ở hai vế của nửa phản ứng:

• Thêm H^+ hay OH^-.

• Thêm nước để cân bằng số nguyên tử hiđro.

• Kiểm soát số nguyên tử oxi ở hai vế (phải bằng nhau).

– Cân bằng điện tích: thêm electron vào mỗi nửa phản ứng để cân bằng điện tích.

Bước 3: Cân bằng electron, nhân hệ số để: *Tổng số electron cho bằng tổng số electron nhận* (hay Tổng số số oxi hoá tăng bằng tổng số số oxi hoá giảm).

Bước 4: Cộng các nửa phản ứng ta có phương trình ion thu gọn.

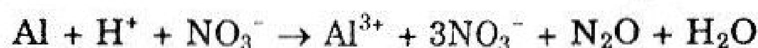
Bước 5: Để chuyển phương trình dạng ion thu gọn thành phương trình ion đầy đủ và phương trình phân tử cần cộng vào hai vế những lượng như nhau các cation hoặc anion để bù trừ điện tích.

Ví dụ: Cân bằng phương trình phản ứng:



$$Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + N_2O + H_2O$$

Bước 1: Tách ion, xác định các nguyên tố có số oxi hoá thay đổi và viết các nửa phản ứng oxi hoá khử.



$$Al + H^+ + NO_3^- \rightarrow Al^{3+} + 3NO_3^- + N_2O + H_2O$$



$$\overset{0}{Al} \longrightarrow \overset{3+}{Al}$$



$$\overset{+5}{N}O_3^- \longrightarrow \overset{+1}{N_2}O$$

Bước 2: Cân bằng phương trình các nửa phản ứng:

– Cân bằng số nguyên tử của mỗi nguyên tố ở hai vế của nửa phản ứng:


$$Al \rightarrow Al^{3+}$$

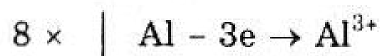

$$2NO_3^- + 10H^+ \rightarrow N_2O + 5H_2O$$

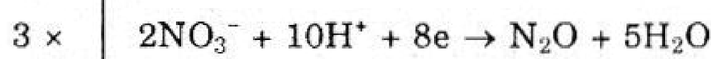
– Cân bằng điện tích:


$$Al - 3e \rightarrow Al^{3+}$$


$$2NO_3^- + 10H^+ + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O$$

Bước 3: Cân bằng electron:


$$8 \times \;|\; Al - 3e \rightarrow Al^{3+}$$


$$3 \times \;|\; 2NO_3^- + 10H^+ + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O$$

Ta có:


$$8Al - 24e \rightarrow 8Al^{3+}$$


$$6NO_3^- + 30H^+ + 24e \rightarrow 3N_2O + 15H_2O$$

Bước 4: Cộng các nửa phản ứng ta có phương trình ion thu gọn:


$$8Al - 24e \rightarrow 8Al^{3+}$$


$$6NO_3^- + 30H^+ + 24e \rightarrow 3N_2O + 15H_2O$$

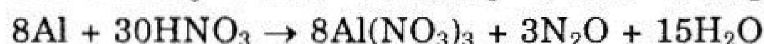

$$8Al + 6NO_3^- + 30H^+ \rightarrow 8Al^{3+} + 3N_2O + 15H_2O$$

Bước 5: Để chuyển phương trình dạng ion thu gọn thành phương trình ion đầy đủ và phương trình phân tử cần cộng vào hai vế những lượng như nhau các cation hoặc anion để bù trừ điện tích.

Phương trình trên ta phải cộng cả hai vế với $24NO_3^-$

Ta có:


$$8Al + 6NO_3^- + 30H^+ + 24NO_3^- \rightarrow 8Al^{3+} + 3N_2O + 15H_2O + 24NO_3$$


$$8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O + 15H_2O$$

Trong các phản ứng oxi hoá –khử, thường có sự tham gia của môi trường, tùy thuộc vào môi trường, khả năng phản ứng của một chất có thể thay đổi.

a) Phản ứng có axit tham gia

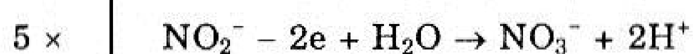
Vế nào thừa oxi thì thêm H^+ tạo ra H_2O hay vế nào thiếu oxi thì thêm H_2O tạo ra H^+.


Ví dụ: $KMnO_4 + KNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + KNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$


Phản ứng oxi hoá: $NO_2^- \rightarrow NO_3^-$


Phản ứng khử: $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$


$$2 \times \;|\; MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$


$$5 \times \;|\; NO_2^- - 2e + H_2O \rightarrow NO_3^- + 2H^+$$


$$2MnO_4^- + 5NO_2^- + 16H^+ + 5H_2O \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5NO_3^- + 10H^+$$

Giản ước H^+ và H_2O ở hai vế ta có:

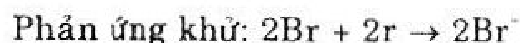

$$2MnO_4^- + 6H^+ + 5NO_2^- \rightarrow 2Mn^{2+} + 3H_2O + 5NO_3^-$$


$$2KMnO_4 + 5KNO_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 5KNO_3 + K_2SO_4 + 3H_2O$$

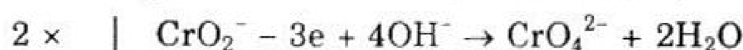
b) Phản ứng có kiềm tham gia

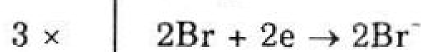
• Vế nào thừa oxi thì thêm H_2O tạo ra OH^- hay vế nào thiếu oxi thì thêm OH^- tạo ra H_2O.


Ví dụ: $NaCrO_2 + Br_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr + H_2O$


Phản ứng khử: $2Br + 2r \rightarrow 2Br^-$


Phản ứng oxi hoá: $CrO_2^- - 3e \rightarrow CrO_4^{2-}$


$2 \times \mid CrO_2^- - 3e + 4OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + 2H_2O$


$3 \times \mid 2Br + 2e \rightarrow 2Br^-$


$2CrO_2^- + 8OH^- + 3Br_2 \rightarrow 2CrO_4^{2-} + 6Br^- + 4H_2O$


$2NaCrO_2 + 8NaOH + 3Br_2 \rightarrow Na_2CrO_4 + 6NaBr + 4H_2O$

c) Phản ứng có nước tham gia

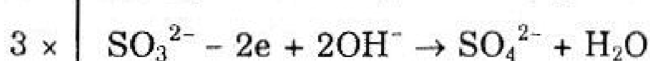
Nếu sản phẩm sau phản ứng có axit tạo thành ta cân bằng theo phản ứng có axit tham gia, nếu sản phẩm sau phản ứng có kiềm tạo thành ta cân bằng theo phản ứng có kiềm tham gia.


Ví dụ: $KMnO_4 + K_2SO_3 + H_2O \rightarrow MnO_2 + K_2SO_4 + KOH$


Phản ứng khử: $MnO_4^- + 3e \rightarrow MnO_2$


Phản ứng oxi hoá: $SO_3^{2-} - 2e \rightarrow SO_4^{2-}$


$2 \times \mid MnO_4^- + 3e + 2H_2O \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$


$3 \times \mid SO_3^{2-} - 2e + 2OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + H_2O$


$2MnO_4^- + 4H_2O + 3SO_3^{2-} + 6OH^- \rightarrow 2MnO_2 + 8OH^- + 3SO_4^{2-} + 3H_2O$

Giản ước H_2O và OH^- ta có:


$2KMnO_4 + 3K_2SO_3 + H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 3K_2SO_4 + 2KOH$.

2. Dạng bài toán áp dụng định luật bảo toàn electron

Do một số bài toán không cho đủ dữ kiện để lập phương trình đại số theo số mol và khối lượng các chất có trong phản ứng, để giải bài toán ta phải lập thêm phương trình đại số căn cứ theo số mol electron trao đổi (Áp dụng định luật bảo toàn electron).

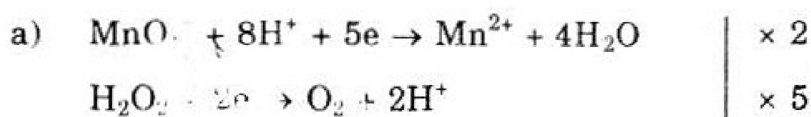
B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Cân bằng các phản ứng dưới đây theo phương pháp ion electron

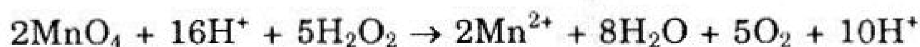

a) $MnO_4^- + H_2O_2 + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + O_2 + H_2O$


b) $Cr^{3+} + H_2O_2 + OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + H_2O$

HƯỚNG DẪN GIẢI


a) $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad \mid \times 2$

$H_2O_2 - 2e \rightarrow O_2 + 2H^+ \quad \mid \times 5$


$2MnO_4 + 16H^+ + 5H_2O_2 \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5O_2 + 10H^+$


$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2O_2 \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O + 5O_2$

H_2O_2: chất khử.


b) $Cr^{3+} + H_2O_2 + OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + H_2O$


$Cr^{3+} + 8OH^- - 3e \rightarrow CrO_4^{2-} + 4H_2O$ | × 2

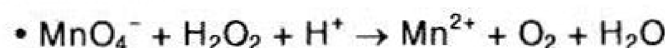

$H_2O_2 + 1e \times 2 \rightarrow 2OH^-$ | × 3

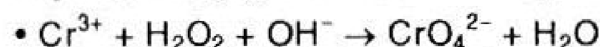

$2Cr^{3+} + 10OH^- + 3H_2O_2 \rightarrow 2CrO_4^{2-} + 8H_2O$


$2CrCl_3 + 3H_2O_2 + 10KOH \rightarrow 2K_2CrO_4 + 6KCl + 8H_2O$

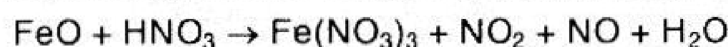
H_2O_2: chất oxi hoá.

2. a) Cân bằng các phản ứng oxi hoá-khử sau bằng phương pháp cân bằng ion-electron:


• $MnO_4^- + H_2O_2 + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + O_2 + H_2O$

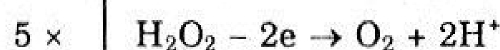

• $Cr^{3+} + H_2O_2 + OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + H_2O$

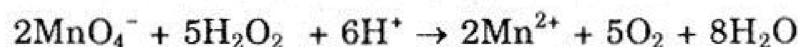
b) Viết phương trình ion rút gọn của phản ứng:


$FeO + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO_2 + NO + H_2O$

HƯỚNG DẪN GIẢI


a) 2 × | $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

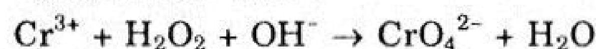

5 × | $H_2O_2 - 2e \rightarrow O_2 + 2H^+$


$2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5O_2 + 8H_2O$

Phương trình phân tử:


$2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 5O_2 + 8H_2O$

H_2O_2 là chất khử


$Cr^{3+} + H_2O_2 + OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + H_2O$


2 × | $Cr^{3+} + 8OH^- - 3e \rightarrow CrO_4^{2-} + 4H_2O$


3 × | $H_2O_2 + 2e \rightarrow 2OH^-$


$2Cr^{3+} + 3H_2O_2 + 10OH^- \rightarrow 2CrO_4^{2-} + 8H_2O$

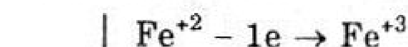
Phương trình phân tử:

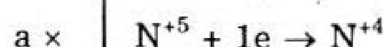

$2CrCl_3 + 3H_2O + 10NaOH \rightarrow 2Na_2CrO_4 + 6NaCl + 8H_2O$

H_2O_2 là chất oxi hoá.

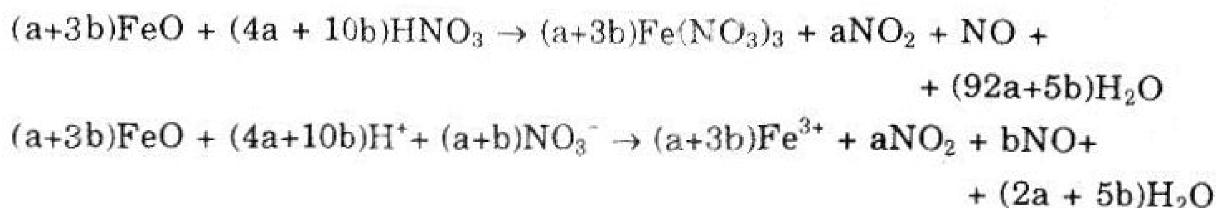
b) Phương trình ion thu gọn:


$FeO + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO_2 + NO + H_2O$


| $Fe^{+2} - 1e \rightarrow Fe^{+3}$


a × | $N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$


b × | $N^{+} + 3e \rightarrow N^{+2}$



$(a+3b)FeO + (4a + 10b)HNO_3 \rightarrow (a+3b)Fe(NO_3)_3 + aNO_2 + NO +$

$+ (92a+5b)H_2O$

$(a+3b)FeO + (4a+10b)H^+ + (a+b)NO_3^- \rightarrow (a+3b)Fe^{3+} + aNO_2 + bNO +$

$+ (2a + 5b)H_2O$

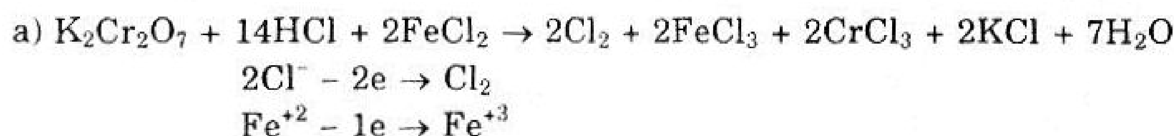
3. Hoàn thành và cân bằng các phương trình phản ứng sau theo phương pháp thăng bằng electron. Xác định chất oxi hoá, chất khử?

a) $K_2Cr_2O_7 + HCl + FeCl_2 \rightarrow Cl_2 + FeCl_3 + ...$

b) $M_xO_y + C_nH_mO_z \rightarrow M_pO_q + CO_2 + ...$

c) $Fe_xO_y + HNO_3 \rightarrow NO + Fe^{3+} + ...$

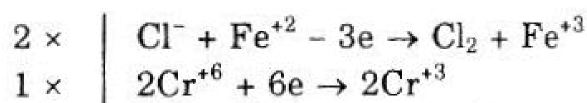
HƯỚNG DẪN GIẢI



a) $K_2Cr_2O_7 + 14HCl + 2FeCl_2 \rightarrow 2Cl_2 + 2FeCl_3 + 2CrCl_3 + 2KCl + 7H_2O$

$2Cl^- - 2e \rightarrow Cl_2$

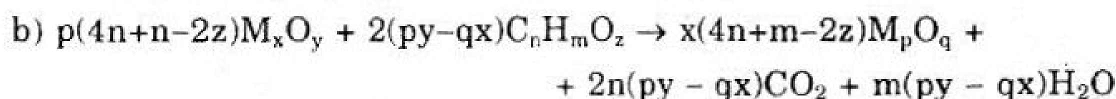
$Fe^{+2} - 1e \rightarrow Fe^{+3}$



$2 \times \;|\; Cl^- + Fe^{+2} - 3e \rightarrow Cl_2 + Fe^{+3}$

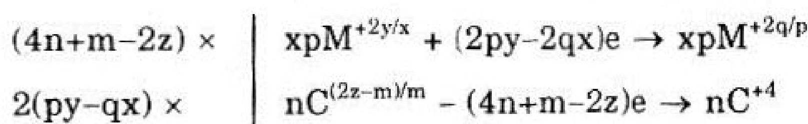
$1 \times \;|\; 2Cr^{+6} + 6e \rightarrow 2Cr^{+3}$

Chất oxi hoá: $K_2Cr_2O_7$, chất khử: HCl, $FeCl_2$.



b) $p(4n+n-2z)M_xO_y + 2(py-qx)C_nH_mO_z \rightarrow x(4n+m-2z)M_pO_q +$

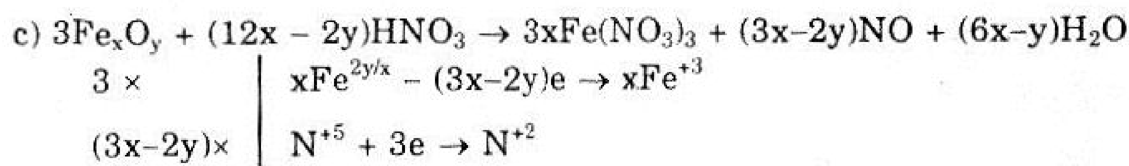
$+ 2n(py - qx)CO_2 + m(py - qx)H_2O$



$(4n+m-2z) \times \;|\; xpM^{+2y/x} + (2py-2qx)e \rightarrow xpM^{+2q/p}$

$2(py-qx) \times \;|\; nC^{(2z-m)/m} - (4n+m-2z)e \rightarrow nC^{+4}$

Chất oxi hoá: M_xO_y, chất khử: $C_nH_mO_z$.



c) $3Fe_xO_y + (12x - 2y)HNO_3 \rightarrow 3xFe(NO_3)_3 + (3x-2y)NO + (6x-y)H_2O$

$3 \times \;|\; xFe^{2y/x} - (3x-2y)e \rightarrow xFe^{+3}$

$(3x-2y) \times \;|\; N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2}$

Chất oxi hoá: HNO_3, chất khử: Fe_xO_y.

4. Cân bằng các phản ứng oxi hoá khử sau theo phương pháp bằng ion-electron và viết lại dưới dạng phân tử:

a) $As_2S_3 + H^+ + NO_3^- \rightarrow NO + ...$

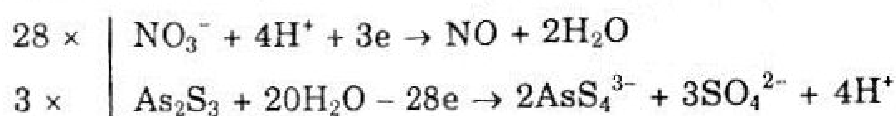
b) $Al + H^+ + NO_3^- \rightarrow ... + NO + N_2O + ...$

Biết rằng tỉ khối hơi của hỗn hợp NO và N_2O so với He là 8,375.

HƯỚNG DẪN GIẢI



a) $As_2S_3 + HNO_3 + H_2O \rightarrow AsO_4^{3-} + SO_4^{2-} + NO$



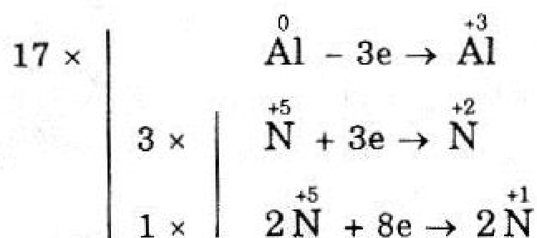
$28 \times \;|\; NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O$

$3 \times \;|\; As_2S_3 + 20H_2O - 28e \rightarrow 2AsS_4^{3-} + 3SO_4^{2-} + 4H^+$


$3As_2S_3 + 28NO_3^- + 4H_2O \rightarrow 28NO + 6AsO_4^{3-} + 9SO_4^{2-} + 8H^+$

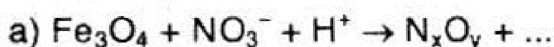

$3As_2S_3 + 28HNO_3 + 4H_2O \rightarrow 28NO + 6H_3AsO_4 + 9H_2SO_4$

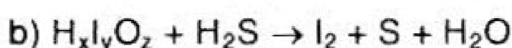

b) $Al + HNO_3 \rightarrow NO\uparrow + N_2O\uparrow + Al(NO_3)_3 + H_2O$


$$17 \times \left| \begin{array}{l} \overset{0}{Al} - 3e \rightarrow \overset{+3}{Al} \\ 3 \times \left| \overset{+5}{N} + 3e \rightarrow \overset{+2}{N} \right. \\ 1 \times \left| 2\overset{+5}{N} + 8e \rightarrow 2\overset{+1}{N} \right. \end{array} \right.$$


$17Al + 66HNO_3 \rightarrow 9NO\uparrow + 3N_2O + 17Al(NO_3)_3 + 33H_2O$

5. Xác định các chất tạo thành sau phản ứng và cân bằng các phương trình phản ứng hoá học sau:

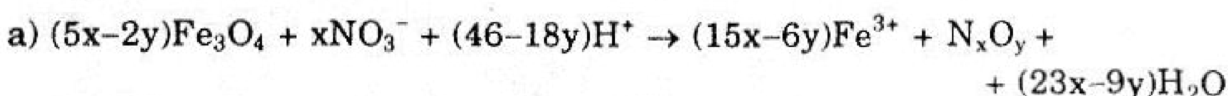

a) $Fe_3O_4 + NO_3^- + H^+ \rightarrow N_xO_y + ...$


b) $H_xI_yO_z + H_2S \rightarrow I_2 + S + H_2O$

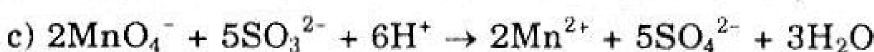

c) $MnO_4^- + SO_3^{2-} + ... \rightarrow Mn^{2+} + SO_4^{2-} + ...$

HƯỚNG DẪN GIẢI

Các phản ứng oxi hoá khử:

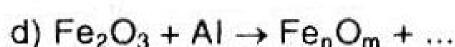

a) $(5x-2y)Fe_3O_4 + xNO_3^- + (46-18y)H^+ \rightarrow (15x-6y)Fe^{3+} + N_xO_y +$
$+ (23x-9y)H_2O$

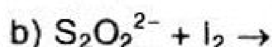

b) $2H_xI_yO_z + (2z-x)H_2S \rightarrow yI_2 + (2z-x)S + 2zH_2O$

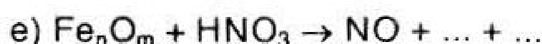

c) $2MnO_4^- + 5SO_3^{2-} + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + 3H_2O$

6. Dùng phương pháp cân bằng electron, hoàn thành các phương trình phản ứng sau:


a) $IO_3^- + I^- + H^+ \rightarrow$


d) $Fe_2O_3 + Al \rightarrow Fe_nO_m + ...$

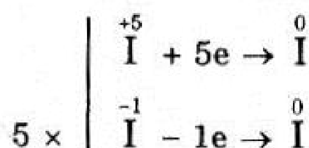

b) $S_2O_2^{2-} + I_2 \rightarrow$

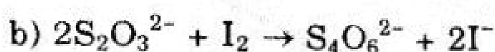

e) $Fe_nO_m + HNO_3 \rightarrow NO + ... + ...$


c) $Cr^{3+} + ClO_3^- + OH^- \rightarrow$

HƯỚNG DẪN GIẢI


a) $IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$

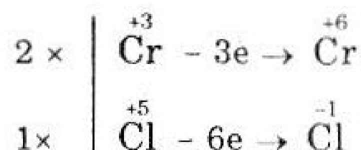

$$\begin{array}{r|l} & \overset{+5}{I} + 5e \rightarrow \overset{0}{I} \\ 5 \times & \overset{-1}{I} - 1e \rightarrow \overset{0}{I} \end{array}$$

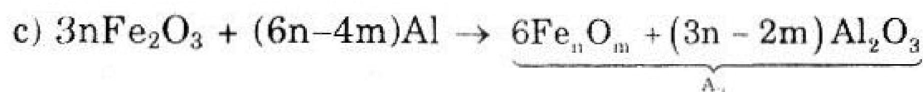

b) $2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$

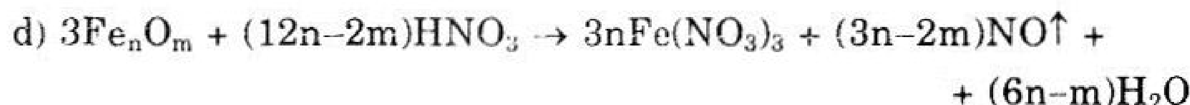

$2S_2O_3^{2-} - 2e \rightarrow S_4O_6^{2-}$


$I_2 + 2e \rightarrow 2I^-$


c) $2Cr^{3+} + ClO_3^- + 10OH^- \rightarrow 2CrO_4^{2-} + Cl^- + 5H_2O$


$$\begin{array}{l|l} 2\times & \overset{+3}{Cr} - 3e \rightarrow \overset{+6}{Cr} \\ 1\times & \overset{+5}{Cl} - 6e \rightarrow \overset{-1}{Cl} \end{array}$$


c) $3nFe_2O_3 + (6n-4m)Al \rightarrow \underbrace{6Fe_nO_m + (3n-2m)Al_2O_3}_{A_3}$


d) $3Fe_nO_m + (12n-2m)HNO_3 \rightarrow 3nFe(NO_3)_3 + (3n-2m)NO\uparrow +$

$+ (6n-m)H_2O$

7. Xác định các chất tạo thành sau phản ứng và cân bằng các phương trình phản ứng hoá học sau bằng phương pháp ion-electron:

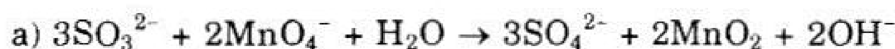

a) $SO_3^{2-} + MnO_4^- + H_2O \rightarrow ... + ... + ...$

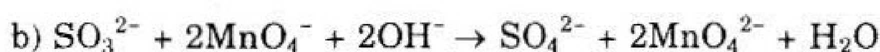

b) $SO_3^{2-} + MnO_4^- + OH^- \rightarrow ... + ... + ...$


c) $FeS_2 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + N_2O_x + H_2SO_4 + H_2O$

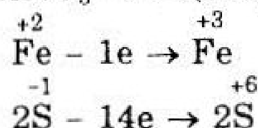

d) $CrO_2^- + H^+ + KI \rightarrow Cr^{2+} + ...$

HƯỚNG DẪN GIẢI

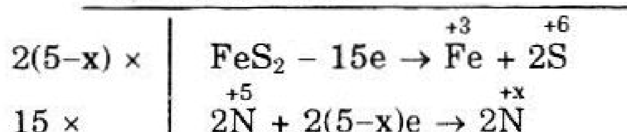

a) $3SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + H_2O \rightarrow 3SO_4^{2-} + 2MnO_2 + 2OH^-$

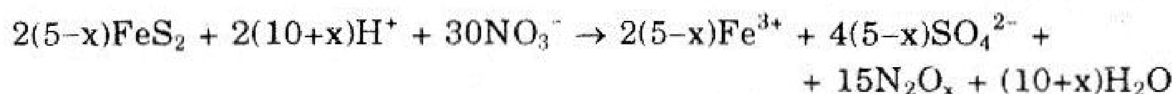

b) $SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + 2OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + 2MnO_4^{2-} + H_2O$


c) $FeS_2 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + N_2O_x + H_2SO_4 + H_2O$

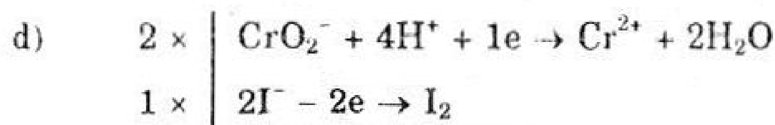

$\overset{+2}{Fe} - 1e \rightarrow \overset{+3}{Fe}$

$2\overset{-1}{S} - 14e \rightarrow 2\overset{+6}{S}$


$$\begin{array}{l|l} 2(5-x)\times & FeS_2 - 15e \rightarrow \overset{+3}{Fe} + 2\overset{+6}{S} \\ 15\times & 2\overset{+5}{N} + 2(5-x)e \rightarrow 2\overset{+x}{N} \end{array}$$


$2(5-x)FeS_2 + 2(10+x)H^+ + 30NO_3^- \rightarrow 2(5-x)Fe^{3+} + 4(5-x)SO_4^{2-} +$

$+ 15N_2O_x + (10+x)H_2O$


d)
$$\begin{array}{l|l} 2\times & CrO_2^- + 4H^+ + 1e \rightarrow Cr^{2+} + 2H_2O \\ 1\times & 2I^- - 2e \rightarrow I_2 \end{array}$$

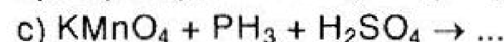

$2CrO_2^- + 8H^+ + 2I^- \rightarrow I_2 + 2Cr^{2+} + 4H_2O$


$2KCrO_2 + 2KI + 4H_2SO_4 \rightarrow 2CrSO_4 + I_2 + 2K_2SO_4 + 4H_2O$

8. Bổ túc và cân bằng các phản ứng sau theo phương pháp ion-electron:

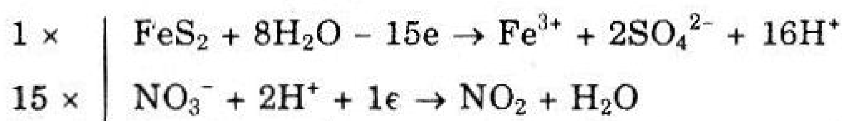

a) $FeS_2 + (?) \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2SO_4 + NO_2 + H_2O$


b) $Fe(NO_3)_n + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + (?) + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

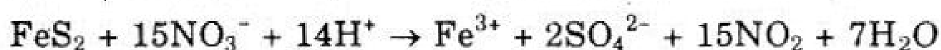

c) $KMnO_4 + PH_3 + H_2SO_4 \rightarrow ...$

HƯỚNG DẪN GIẢI

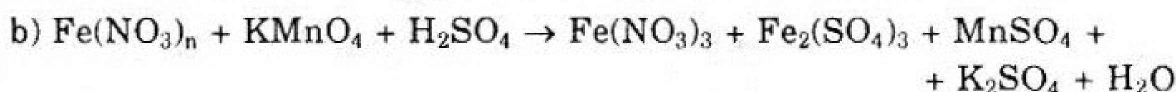

a) $FeS_2 + HNO_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2SO_4 + NO_2 + H_2O$


$1 \times \mid FeS_2 + 8H_2O - 15e \rightarrow Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + 16H^+$

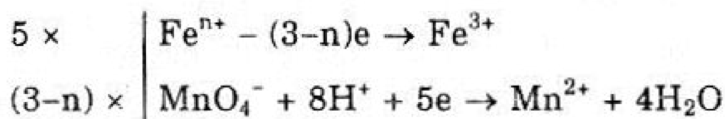
$15 \times \mid NO_3^- + 2H^+ + 1e \rightarrow NO_2 + H_2O$


$FeS_2 + 15NO_3^- + 14H^+ \rightarrow Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + 15NO_2 + 7H_2O$


$2FeS_2 + 30HNO_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2SO_4 + 30NO_2 + 14H_2O$

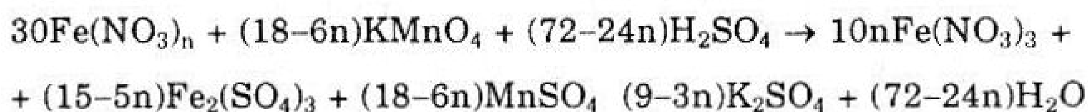

b) $Fe(NO_3)_n + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 +$

$+ K_2SO_4 + H_2O$


$5 \times \mid Fe^{n+} - (3-n)e \rightarrow Fe^{3+}$

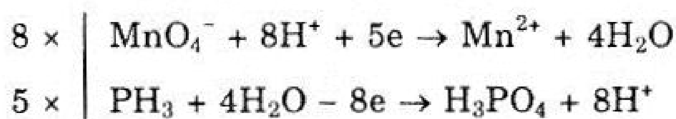
$(3-n) \times \mid MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$


$5Fe^{n+} + (3-n)MnO_4^- + (24-8n)H^+ \rightarrow 5Fe^{3+} + (3-n)Mn^{2+} + (12-4n)H_2O$


$30Fe(NO_3)_n + (18-6n)KMnO_4 + (72-24n)H_2SO_4 \rightarrow 10nFe(NO_3)_3 +$

$+ (15-5n)Fe_2(SO_4)_3 + (18-6n)MnSO_4 \;\; (9-3n)K_2SO_4 + (72-24n)H_2O$


c) $KMnO_4 + PH_3 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + H_3PO_4 + H_2O$


$8 \times \mid MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

$5 \times \mid PH_3 + 4H_2O - 8e \rightarrow H_3PO_4 + 8H^+$


$8KMnO_4 + 5PH_3 + 12H_2SO_4 \rightarrow 4K_2SO_4 + 8MnSO_4 + 5H_3PO_4 + 12H_2O$

9. Tính hằng số cân bằng của các phản ứng sau:


a) $3MnO_4^{2-} + 4H^+ \rightleftharpoons 2MnO_4^- + MnO_2 + 2H_2O$


b) $2Mn^{3+} + 2H_2O \rightleftharpoons Mn^{2+} + MnO_2 + 4H^+$

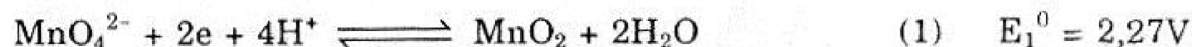
Hãy cho biết các phản ứng trên có xảy ra được không? Vì sao?

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Xét phương trình phản ứng:


$$3MnO_4^{2-} + 4H^+ \rightleftharpoons 2MnO_4^- + MnO_2 + 2H_2O$$

Phương trình này được coi là hiệu của 2 phản ứng:


$MnO_4^{2-} + 2e + 4H^+ \rightleftharpoons MnO_2 + 2H_2O$ (1) $E_1^0 = 2{,}27V$


$2MnO_4^- + 2e \rightleftharpoons 2MnO_4^{2-}$ (2) $E_2^0 = 0{,}56V$


$3MnO_4^{2-} + 4H^+ \rightleftharpoons 2MnO_4^- + MnO_2 + 2H_2O$ (3)

$\Delta G_3 = \Delta G_1 - \Delta G_2 = -2FE_1^0 - (-2FE_2^0) = -2F(E_1^0 - E_2^0) < 0$

Phản ứng tự diễn biến: $\lg K_3 = \dfrac{2(2,27 - 0,56)}{0,059} = 57{,}97$

$K_3 = 9,25.10^{57}$.

b) Xét phương trình phản ứng:



$$2Mn^{3+} + 2H_2O \rightleftharpoons Mn^{2+} + MnO_2 + 4H^+$$

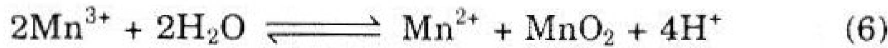
Phương trình này được xem là hiệu của 2 phản ứng (4) và (5):



$$Mn^{3+} + 1e \rightleftharpoons Mn^{2+} \qquad (4) \qquad E_4^0 = 1,51V$$



$$MnO_2 + 4H^+ + 1e \rightleftharpoons Mn^{3+} + 2H_2O \qquad (5) \qquad E_5^0 = 0,95V$$



$$2Mn^{3+} + 2H_2O \rightleftharpoons Mn^{2+} + MnO_2 + 4H^+ \qquad (6)$$

Bằng cách tương tự ta có: $\Delta G_6^0 < 0$, phản ứng tự diễn biến.

$$\lg K_6 = \frac{1,51 - 0,95}{0,059} = 9,49$$

$K_6 = 3,1.10^9$.

10. Cho phản ứng: $Fe^{2+} + Ag^+ \rightleftharpoons Fe^{3+} + Ag$

Biết: $E^0_{Ag^+/Ag} = 0,8V$; $E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77V$.

a) Ở điều kiện chuẩn phản ứng xảy ra theo chiều nào?

b) Tính hằng số cân bằng K của phản ứng ở 25^0C.

c) Một dung dịch chứa $Fe(NO_3)_3$0,1M; $Fe(NO_3)_2$ 0,01M; bạc kim loại và $AgNO_3$ 0,01M. Xác định chiều phản ứng trong điều kiện này?

HƯỚNG DẪN GIẢI

Cho phản ứng: $Fe^{2+} + Ag^+ \rightleftharpoons Fe^{3+} + Ag$

Biết $E^0_{Ag^+/Ag} = 0,8V$; $E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77V$

a) Ở điều kiện tiêu chuẩn phản ứng xảy ra theo chiều nào?

Ta có $E^0_{Ag^+/Ag} > E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}$ nên ở điều kiện tiêu chuẩn, chiều của phản ứng là: $Fe^{2+} + Ag^+ \rightarrow Fe^{3+} + Ag$

b) Tính hằng số cân bằng của phản ứng ở 25^0C

Cách 1: $Fe^{2+} + Ag^+ \rightleftharpoons Fe^{3+} + Ag \qquad K = 10^{\frac{1}{0,059}\Delta E^0}$

Mà: $\Delta E^0 = E^0_{Ag^+/Ag} - E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,03V$

$\Rightarrow K = 10^{\frac{1}{0,059}.0,03} = 3,2.$

Cách 2: $\Delta G^0 = -RT\ln K \rightarrow \ln K = \dfrac{\Delta G^0}{RT} = \dfrac{2895}{298 \times 8,314} = 1,1685$

$\Rightarrow K = 3,2$

c) Dung dịch chứa $Fe(NO_3)_3$ 0,1M; $Fe(NO_3)_2$ 0,01M

Cách 1: $E_{Ag^+/Ag} = E^0_{Ag^+/Ag} + \frac{0,059}{1}\lg[Ag^+]$

$= 0,8 + 0,59\lg 0,01 = 0,682V$

$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + \frac{0,059}{1}\lg\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} = 0,77 + \frac{0,059}{1}\lg\frac{0,1}{0,01} = 0,829V$$

Vì $E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} > E_{Ag^+/Ag}$ do đó chiều của phản ứng là chiều nghịch:



$$Fe^{3+} + Ag \rightarrow Fe^{2+} + Ag^+$$

Cách 2: $\Delta G^0 = -1 \times 96500(0,8 - 0,77) = -2895J < 0$.

Phản ứng xảy ra theo chiều nghịch: $Fe^{3+} + Ag \rightarrow Fe^{2+} + Ag^+$.

11. Một pin có kí hiệu như sau: Ni | Ni^{2+} (aq) 2M | | Ag^+ (aq) 2M | Ag

Tính sức điện động của pin ở 25^0C. Khi nối hai điện cực bằng dây dẫn pin sẽ hoạt động như thế nào? Viết phương trình phản ứng xảy ra trong pin. Pin hoạt động đến lúc nào thì dừng lại.

Cho biết: $E^0_{Ag^+/Ag} = 0,799V$; $E^0_{Ni^{2+}/Ni} = -0,250V$.

HƯỚNG DẪN GIẢI



$$Ag^+ + e \rightarrow Ag$$

$$E_{Ag^+/Ag} = E^0_{Ni^{2+}/Ni} + \frac{0,059}{2}\lg[Ni^{2+}] = -0,25 + \frac{0,059}{2}\lg 2 = -0,241V$$

$E_{pin} = E_{(+)} - E_{(-)} = 0,817 - (-0,241) = 1,058V$

$E_{pin} > 0$. Vậy pin hoạt động theo chiều thuận.



$$Ni + 2Ag^+ \rightarrow Ni^{2+} + 2Ag$$

Dòng điện chạy từ cực Ag → Ni

Ở điện cực Ag: $Ag^+ + e \rightarrow Ag$; ở cực Ni: $Ni - 2e \rightarrow Ni^{2+}$

Trong quá trình làm việc $[Ag^+]$ giảm, $[Ni^{2+}]$ tăng

$\Rightarrow E_{Ag^+/Ag}$ giảm; $E_{Ni^{2+}/Ni}$ tăng.

Nguyên tắc pin sẽ hoạt động cho đến khi: $E_{Ag^+/Ag} = E_{Ni^{2+}/Ni}$

Sau đó hoạt động của pin sẽ ngừng lại ⇒ phản ứng hoá học đạt tới trạng thái cân bằng:

$$Ni + 2Ag^+ \rightleftharpoons Ni^{2+} + 2Ag$$



$$0,799 + 0,059\lg[Ag^+] = -0,25 + \frac{0,059}{2}\lg[Ni^{2+}]$$

Suy ra phương trình hằng số cân bằng: $\frac{[Ni^{2+}]}{[Ag^+]} \approx 10^{36}$

K lớn ⇒ phản ứng hoàn toàn theo chiều thuận.

12. Khi lắc một miếng đồng trong dung dịch có Fe^{3+} và H^+. Biết:

$E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77V$ $\qquad$ $E^0_{2H^+/H_2} = 0,00V$

$E^0_{Cu^{2+}/Cu} = 0,34V$ $\qquad$ $E^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0,44V$

a) Phản ứng nào có thể xảy ra, nếu xảy ra thì màu của dung dịch sẽ như thế nào?

b) Tính K của phản ứng.

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Các phản ứng có thể xảy ra và ΔE^0 của các cặp tương ứng:



$$Cu + 2Fe^{3+} \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2Fe^{2+} \qquad (1)$$

$$\Delta E^0 = E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} - E^0_{Cu^{2+}/Cu} = 0,43V$$



$$Fe^{2+} + Cu \rightleftharpoons Cu^{2+} + Fe \qquad (2)$$

$$\Delta E^0 = E^0_{Fe^{2+}/Fe} - E^0_{Cu^{2+}/Cu} = -0,78V$$



$$2H^+ + Cu \rightleftharpoons Cu^{2+} + H_2 \qquad (3)$$

$$\Delta E^0 = E^0_{2H^+/H_2} - E^0_{Cu^{2+}/Cu} = -0,34V$$

So sánh ΔE^0 đối với các phản ứng (1), (2), (3) thì chỉ có phản ứng (1) là có khả năng xảy ra vì ΔE^0 lớn nhất và lớn hơn 0.

Nếu Fe^{3+} bị khử hết, dung dịch chuyển từ màu vàng nâu của Fe^{3+} sang màu xanh nhạt của Cu^{2+} (lẫn Fe^{2+}).

b) Tính K của phản ứng:



$$Cu + 2Fe^{3+} \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2Fe^{2+}$$

$\lg K = \dfrac{2 \times 0,43}{0,059} = 14,6 \Rightarrow K = 10^{14}$ rất lớn, nên phản ứng (1) xảy ra hoàn toàn.

13. Hãy chứng minh khi cho sắt kim loại tác dụng với dung dịch HCl 0,1M chỉ có thể tạo thành Fe^{2+} chứ không thể tạo thành Fe^{3+}.

Biết rằng: $\quad Fe^{2+} + 2e \rightarrow Fe \qquad E^0 = 0,44V$

$\qquad\qquad\quad Fe^{3+} + e \rightarrow Fe^{2+} \qquad E^0 = 0,771V.$

HƯỚNG DẪN GIẢI

Trong dung dịch HCl 0,1M, $[H^+] = 10^{-1}$

$$E_{H^+/H_2} = E^0_{H^+} + 0,059\lg\left[H^+\right] = -0,059V$$

$$E^0_{Fe^{2+}/Fe} < E_{H^+/H_2} < E_{Fe^{3+}/Fe}$$

Do vậy H^+ chỉ oxi hoá được Fe tạo thành Fe^{2+}.

14. Cho thế điện cực chuẩn của các cặp oxi hoá khử sau:

	Cu^{2+}/Cu	Cu^{+}/Cu	Sn^{2+}/Sn	Sn^{4+}/Sn^{2+}
E^0(Volt)	0,34	0,52	–0,136	0,15

a) Tính: $E^0_{Sn^{4+}/Sn}$, $E^0_{Cu^{2+}/Cu^{+}}$.

b) Xác định sản phẩm tạo thành khi hòa tan Sn trong dung dịch HCl 1M.

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Tính thế $E^0_{Sn^{4+}/Sn}$:


$Sn^{2+} + 2e \rightarrow Sn$ $\qquad E^0 = -136V$


$Sn^{4+} + 2e \rightarrow Sn^{2+}$ $\qquad E^0 = 0,15V$


$Sn^{4+} + 4e \rightarrow Sn$ $\qquad E^0 = ?$

$$E^0_{Sn^{4+}/Sn} = \frac{-0,136 + 0,15}{2} = 0,007V.$$

Tính thế $E^0_{Cu^{2+}/Cu^{+}}$


$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$ $\qquad E^0 = 0,34V$


$Cu^{+} + e \rightarrow Cu$ $\qquad E^0 = 0,52V$


$Cu^{2+} + e \rightarrow Cu^{+}$ $\qquad E^0 = ?$

$$E^0_{Cu^{2+}/Cu^{+}} = 0,34 \times 2 - 0,52 = 0,16V.$$

b) Xác định sản phẩm khi hòa tan Sn vào dung dịch HCl:


$Sn + 2HCl \rightarrow SnCl_2 + H_2$ $\qquad \Delta E^0 = 0,136V$ $\qquad$ (1)


$Sn + 4HCl \rightarrow SnCl_4 + 2H_2$ $\qquad \Delta E^0 = -0,007V$ $\qquad$ (2)

Vì thế xảy ra theo phản ứng (1).

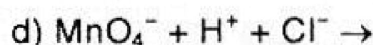
BÀI TẬP TỰ GIẢI

16. Bổ túc và cân bằng các phương trình phản ứng sau bằng phương pháp thăng bằng electron:


a) $SO_3^{2-} + I_2 + H_2O \rightarrow ? + ? + H^+$


b) $SO_3^{2-} + MnO_4^- + H^+ \rightarrow$


c) $Cr^{3+} + OH^- + ClO_3^- \rightarrow ? + Cl^- + H_2O$


d) $MnO_4^- + H^+ + Cl^- \rightarrow$

17. Người ta cho dư bột kẽm vào dung dịch $CuSO_4$ 0,1M. Tính nồng độ của các ion Cu^{2+} và Zn^{2+} trong dung dịch lúc cân bằng.

Cho $E^0_{Cu^{2+}/Cu} = 0,34V$; $E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0,76V$.

18. Hoàn thành và cân bằng các phương trình phản ứng sau theo phương pháp thăng bằng ion-electron.

a) $KMnO_4 + C_6H_{12}O_6 + H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + ...$

b) $FeO + HNO_3 \rightarrow N_xO_y + ...$

c) $KNO_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow KNO_3 + MnSO_4 + ...$

d) $Al + HNO_3 \rightarrow aN_2O + 2aNO + ...$

e) $CH_3\text{-}CH{=}CH_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow CH_3CHOHCH_2OH + MnO_2 + ...$

19. Xác định các chất tạo thành sau phản ứng và cân bằng các phương trình phản ứng hoá học sau bằng phương pháp cân bằng ion-điện tử (nếu có):

a) $KMnO_4 + H_2C_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + CO_2 + ...$

b) $NO_2 + KOH \rightarrow ...$

c) $Na_2SO_3 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow ...$

d) $CuFeS_2 + O_2 \rightarrow Cu_2S + SO_2 + Fe_2O_3$

(Trích đề thi tuyển sinh Trường Đại học Y Dược TPHCM, năm 1991)

20. Ở 25^0C tích số tan của AgI bằng 10^{-16} và thế khử chuẩn của cặp Ag^+/Ag là 0,8V. Hỏi bạc có đẩy H_2 ra khỏi dung dịch HI 1M và HI 10^{-2}M được không?

21. Xác định các chất tạo thành sau phản ứng và cân bằng các phương trình phản ứng hoá học sau dưới dạng phân tử và dạng ion:

a) $FeS_2 + HNO_3$ (đặc, nóng) $\rightarrow$

b) $FeSO_4 + HNO_{3\,(loãng)} \rightarrow NO + ...$

22. Bổ túc và cân bằng các phản ứng sau theo phương trình thăng bằng ion-electron. Viết lại các phương trình dưới dạng ion thu gọn:

a) $MnO_4^- + H_2O_2 + H^+ \rightarrow O_2 + ...$

b) $CrO_2^- + Br_2 + OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + ...$

c) $Cu_2S + HNO_{3\,đặc} \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-} + NO_2 + ...$

d) $Fe_xO_y + H_2SO_{4\,đặc} \rightarrow SO_2 + ...$

23. Xác định các chất tạo thành sau phản ứng và cân bằng các phương trình sau theo phương pháp cân bằng ion-electron:

a) $Cl_2 + I^- + H_2O \rightarrow IO_3^- + ... + ...$

b) $Cl_2 + I^- + OH^- \rightarrow IO_4^{2-} + ... + ...$

c) $OCl^- + I^- + H_2O \rightarrow ... + I_2 + ...$

d) $Cl_2 + OH^-$ đặc nóng $\rightarrow ... + ... + ...$

e) $Cu_2S + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + NO + H_2O$

24. Cân bằng các phản ứng oxi hoá khử sau bằng phương pháp thăng bằng ion-electron. Viết lại các phương trình dưới dạng phân tử.

a) $Fe_xO_y + H^+ + SO_4^{2-} \rightarrow SO_2\uparrow + ...$

b) $MnO_4^- + SO_3^{2-} + H^+ \rightarrow SO_4^{2-} + ...$

c) $As_2S_3 + HNO_3 + H_2O \rightarrow AsO_4^{3-} + SO_4^{2-} + NO$

25. Hoàn thành các phương trình phản ứng sau theo phương pháp thăng bằng electron:

a) $KMnO_4 + C_6H_{12}O_6 + H_2SO_4 \rightarrow CO_2\uparrow + ...$

b) $As_2S_3 + HNO_3 \rightarrow NO\uparrow + ...$

c) $FeO + HNO_3 \rightarrow N_xO_y\uparrow + ...$

d) $CuFeS_2 + Fe_2(SO_4)_3 + O_2 + H_2O \rightarrow CuSO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4$

26. Cân bằng các phản ứng oxi hoá khử sau bằng phương pháp thăng bằng electron, xác định chất oxi hoá, chất khử, quá trình oxi hoá và quá trình khử.

a) $Fe_xO_y + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$

b) $Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + NO + N_2O + H_2O$

c) $CuFeS_2 + O_2 + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow CuSO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4$

27. a) Hãy giải thích tại sao trong môi trường có pH = 0 thì AsO_4^{3-} có khả năng oxi hoá I^- thành I_2 còn trong môi trường có pH = 8 thì AsO_4^{3-} không có khả năng đó. Cho biết: $E^0_{AsO_4^{3-}/AsO_3^{3-}}$ = 0,57V; $E^0_{I_2/2I^-}$ = 0,34V và nồng độ các dạng đều bằng 1M.

b) Xét phản ứng: $Sn + Pb^{2+} \rightleftharpoons Sn^{2+} + Pb\downarrow$

• Phản ứng xảy ra theo chiều nào khi các chất ở trạng thái chuẩn.

• Giảm nồng độ của ion Pb^{2+} còn bằng 0,1M phản ứng sẽ xảy ra theo chiều nào? Biết: $E^0_{Sn^{2+}/Sn}$ = –0,136V; $E^0_{Pb^{2+}/Pb}$ = –0,126V.

28. MnO_4^- có thể oxi hoá ion nào trong số các ion Cl^-, Br^-, I^- ở các giá trị pH lần lượt bằng 0, 3, 5? Trên cơ sở đó đề nghị một phương pháp nhận biết các ion halogenua có trong hỗn hợp gồm Cl^-, Br^-, I^-.

Biết $E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}}$ = 1,51V; $E^0_{Cl_2/Cl^-}$ = 1,36V; $E^0_{Br_2/Br^-}$ = 1,08V; $E^0_{I_2/I^-}$ = 0,62V.

29. Trong phòng thí nghiệm thường điều chế Cl_2 bằng cách cho $KMnO_4$ tác dụng với dung dịch HCl đặc. Nếu thay bằng dung dịch HCl 10^{-3}M thì điều chế Cl_2 được không? Tại sao?

Biết thế điện cực chuẩn: $E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}}$ = 1,51V; $E^0_{Cl_2/2Cl^-}$ = 1,359V.

30. Cho biết thế điện cực chuẩn của các cặp oxi hoá-khử sau:

	Cu^{2+}/Cu	Cu^{+}/Cu	Sn^{2+}/Sn	Sn^{4+}/Sn^{2+}
E^0 (V)	0,34	0,52	-0,136	0,15

a) Tính $E^0_{Sn^{4+}/Sn}$; $E^0_{Cu^{2+}/Cu^{+}}$.

b) Xác định sản phẩm tạo thành khi hòa tan Sn trong dung dịch HCl 1M.

31. Cho các oxi hoá-khử:

a) NO_3^-/NO và $FeS/Fe^{3+} + SO_4^{2-}$

b) MnO_4^-/Mn^{2+} và Cl^-/Cl_2.

Hãy viết phương trình phản ứng dưới dạng ion và dạng phân tử từ các cặp oxi hoá-khử trên bằng phương pháp cân bằng ion-electron.

32. Ag kim loại có khả năng đẩy được H_2 ra khỏi:

a) Dung dịch HCl 1N không?

b) Dung dịch HI 1N không?

Cho $T_{AgCl} = 1,7.10^{-10}$; $T_{AgI} = 8,3.10^{-17}$; $E^0_{Ag^+/Ag} = 0,8V$.

33. Cho $E^0_{Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}} = 1,36V$; $E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77V$.

Xét chiều của phản ứng tại pH = 0, viết phương trình dưới dạng ion và phân tử, cân bằng theo phương pháp cân bằng ion-electron.

34. Cho 12,6g hỗn hợp Mg và Al theo tỉ lệ mol 3 : 2 tác dụng với axit H_2SO_4 đặc, nóng vừa đủ thu được 0,15 mol sản phẩm có lưu huỳnh. Xác định sản phẩm trên là SO_2, S hay H_2S?

35. Cho a (g) phôi bào sắt để ngoài không khí. Sau một thời gian biến thành hỗn hợp A có khối lượng 75,2 g gồm Fe, FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4. Cho hỗn hợp A phản ứng hoàn toàn với dung dịch H_2SO_4 đậm đặc nóng thu được 6,72 lít khí SO_2 (đktc).

a) Viết các phương trình phản ứng?

b) Tìm a (g)?

36. Lấy 7,88 gam hỗn hợp A gồm 2 kim loại hoạt động (X, Y) có hoá trị không đổi chia thành hai phần bằng nhau.

Phần 1 nung trong oxi dư để oxi hoá hoàn toàn, ta thu được 4,74 gam hỗn hợp 2 oxit.

Phần 2 hòa tan hoàn toàn trong dung dịch hỗn hợp 2 axit: HCl và H_2SO_4 loãng.

a) Tính thể tích khí H_2 thu được ở điều kiện tiêu chuẩn.

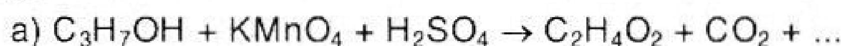
b) Nếu X, Y là 2 kim loại thuộc 2 chu kì liên tiếp của nhóm IIA và dung dịch axit chỉ chứa HCl. Tính thành phần phần trăm theo khối lượng của mỗi muối clorua thu được.

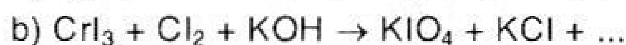
37. Cho 3,61 gam hỗn hợp gồm hai kim loại Al và Fe tác dụng với 100ml dung dịch chứa $AgNO_3$ và $Cu(NO_3)_2$, khuấy kĩ tới phản ứng hoàn toàn. Sau phản ứng thu được dung dịch A và 8,12 gam chất rắn B gồm 3 kim loại. Hòa tan chất rắn B bằng dung dịch HCl dư thấy bay ra 0,672 lít H_2 (đktc).

Tính nồng độ mol của $AgNO_3$ và $Cu(NO_3)_2$ trong dung dịch ban đầu của chúng. Biết hiệu suất các phản ứng là 100%, số mol của Al và Fe là 0,03 mol và 0,05 mol.

38. Hòa tan hoàn toàn 9,28 gam một hỗn hợp X gồm Mg, Al, Zn với số mol bằng nhau trong một lượng vừa đủ dung dịch H_2SO_4 đặc nóng thu được dung dịch Y và 0,07 mol một sản phẩm duy nhất chứa lưu huỳnh. Xác định xem sản phẩm chứa lưu huỳnh là chất nào trong số các chất sau: H_2S, S, SO_2.

39. Hoàn thành và cân bằng các phản ứng sau theo phương pháp thăng bằng ion-electron.


a) $C_3H_7OH + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow C_2H_4O_2 + CO_2 + ...$


b) $CrI_3 + Cl_2 + KOH \rightarrow KIO_4 + KCl + ...$


c) $Cl_2 + S_2O_3^{2-} + OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + ...$

40. a) Xác định các chất tạo thành sau phản ứng và cân bằng phương trình phản ứng hoá học sau theo phương pháp cân bằng ion-electron:


(1) $MnO_4^- + SO_3^{2-} + ... \rightarrow Mn^{2+} + SO_4^{2-} + ...$


(2) $MnO_4^- + Fe_3O_4 + ... \rightarrow Fe_2O_3 + MnO_2 + ...$


(3) $MnO_4^- + SO_3^{2-} + ... \rightarrow MnO_4^{2-} + SO_4^{2-} +$

b) Bổ túc và cân bằng phương trình phản ứng sau:


(1) $Cu_2FeS_x + O_2 \rightarrow Cu_2O + Fe_3O_4 + ...$


(2) $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow O_2 + ...$


(3) $P + NH_4ClO_4 \rightarrow H_3PO_4 + N_2 + Cl_2$

41. Biết thế điện cực chuẩn của các nửa phản ứng:

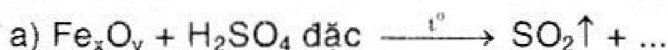

$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$ (1) $E_1^0 = 0,34V$


$Cu^+ + e \rightarrow Cu$ (2) $E_2^0 = 0,52V$.

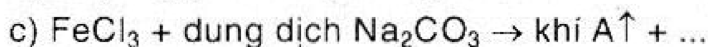
Có thể tính thế điện cực chuẩn của nửa phản ứng:


$Cu^{2+} + e \rightarrow Cu^+$ (3) $E_3^0 = ?$

42. Xác định các chất tạo thành sau phản ứng và cân bằng các phương trình phản ứng hoá học sau:

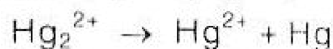

a) $Fe_xO_y + H_2SO_4$ đặc $\xrightarrow{t^0} SO_2\uparrow + ...$


b) $Fe(NO_3)_2 + HNO_3$ loãng $\rightarrow NO\uparrow + ...$


c) $FeCl_3$ + dung dịch $Na_2CO_3 \rightarrow$ khí $A\uparrow + ...$

(Trích đề thi tuyển sinh Trường Đại học An ninh nhân dân Hà Nội, năm 1995)

43. Xác định suất điện động E^0, hằng số cân bằng của phản ứng:



$Hg_2^{2+} \rightarrow Hg^{2+} + Hg$

Cho biết:



$Hg_2^{2+} \rightarrow 2Hg^{2+} + 2e \qquad E^0 = -0,92V$



$Hg \rightarrow Hg^{2+} + 2e \qquad E^0 = -0,85V.$

44. Xác định E^0 của nửa phản ứng: $MnO_4^- + 3e + 4H^+ \rightarrow MnO_2 + 2H_2O$

Biết rằng:



$MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \qquad E^0 = 1,51V$



$MnO_2 + 2e + 4H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O \qquad E^0 = 1,23V.$

45. Người ta dùng dòng điện 15A để kết tủa Ni trong bể mạ chứa $NiSO_4$. Ni và H_2 cùng được tạo thành ở âm cực. Biết rằng 60% điện lượng được dùng để giải phóng Ni. Tính khối lượng Ni sẽ bám trên điện cực trong một giờ?

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

16. Bổ túc và cân bằng các phương trình phản ứng sau bằng phương pháp thăng bằng electron:



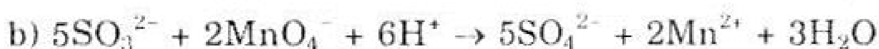
a) $SO_3^{2-} + I_2 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 2I^- + 2H^+$



$1 \times \mid S^{+4} - 2e \rightarrow S^{+6}$



$1 \times \mid I_2 + 2e \rightarrow 2I^-$



b) $5SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 5SO_4^{2-} + 2Mn^{2+} + 3H_2O$



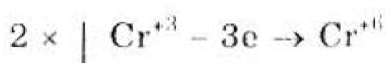
$5 \times \mid S^{+4} - 2e \rightarrow S^{+6}$



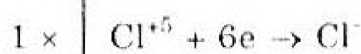
$2 \times \mid Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{+2}$



c) $2Cr^{3+} + 10OH^- + ClO_3^- \rightarrow 2CrO_4^{2-} + Cl^- + 5H_2O$



$2 \times \mid Cr^{+3} - 3e \rightarrow Cr^{+6}$



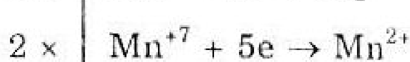
$1 \times \mid Cl^{+5} + 6e \rightarrow Cl^-$



d) $2MnO_4^- + 16H^+ + 10Cl^- \rightarrow 2Mn^{2+} + 5Cl_2 + 8H_2O$



$5 \times \mid 2Cl^- - 2e \rightarrow Cl_2$



$2 \times \mid Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{2+}$

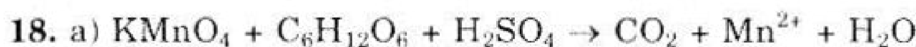


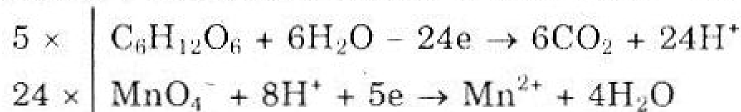
17. $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$

$$K = \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} = 10^{\frac{2[0,34-(-0,76)]}{0,059}} = 10^{37,3} = 1,94.10^{37}.$$

$$[Zn^{2+}] + [Cu^{2+}] = 0,1; \qquad [Zn^{2+}] + \frac{[Zn^{2+}]}{1,94.10^{37}} = 0,1$$

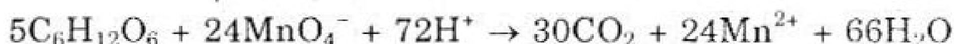
$$[Zn^{2+}] = 0,1M; \qquad [Cu^{2+}] = 0.$$


18. a) $KMnO_4 + C_6H_{12}O_6 + H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + Mn^{2+} + H_2O$



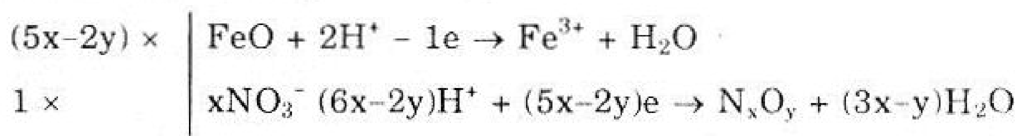
$5 \times \mid C_6H_{12}O_6 + 6H_2O - 24e \rightarrow 6CO_2 + 24H^+$

$24 \times \mid MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$


$5C_6H_{12}O_6 + 24MnO_4^- + 72H^+ \rightarrow 30CO_2 + 24Mn^{2+} + 66H_2O$


$5C_6H_{12}O_6 + 24KMnO_4 + 36H_2SO_4 \rightarrow 30CO_2 + 24MnSO_4 + 12K_2SO_4 + 66H_2O$


b) $FeO + HNO_3 \rightarrow N_xO_y + ...$



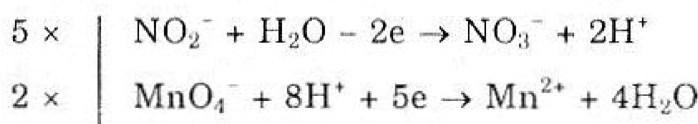
$(5x-2y) \times \mid FeO + 2H^+ - 1e \rightarrow Fe^{3+} + H_2O$

$1 \times \mid xNO_3^-\ (6x-2y)H^+ + (5x-2y)e \rightarrow N_xO_y + (3x-y)H_2O$


$(5x-2y)FeO + (16x-6y)H^+ + xNO_3^- \rightarrow (5x-2y)Fe^{3+} + N_xO_y + (8x-3y)H_2O$


$(5x-2y)FeO + (16x-6y)HNO_3 \rightarrow (5x-2y)Fe(NO_3)_2 + N_xO_y + (8x-3y)H_2O$


c) $KNO_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow KNO_3 + MnSO_4 + ...$



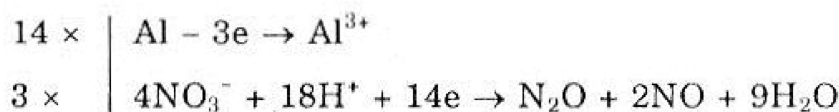
$5 \times \mid NO_2^- + H_2O - 2e \rightarrow NO_3^- + 2H^+$

$2 \times \mid MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$


$5NO_2^- + 6H^+ + 2MnO_4^- \rightarrow 5NO_3^- + 2Mn^{2+} + 3H_2O$


$5KNO_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5KNO_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$


d) $Al + HNO_3 \rightarrow aN_2O + 2aNO + ...$



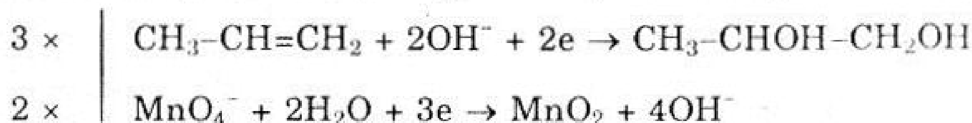
$14 \times \mid Al - 3e \rightarrow Al^{3+}$

$3 \times \mid 4NO_3^- + 18H^+ + 14e \rightarrow N_2O + 2NO + 9H_2O$


$14Al + 54H^+ + 12NO_3^- \rightarrow 14Al^{3+} + 3N_2O + 6NO + 27H_2O$


$14Al + 54HNO_3 \rightarrow 14Al(NO_3)_3 + 3N_2O + 6NO + 27H_2O$

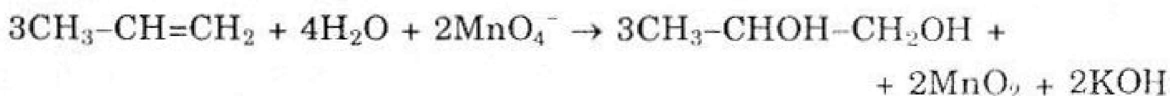

e) $CH_3\text{-}CH{=}CH_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow CH_3CHOHCH_2OH + MnO_2 + ..$



$3 \times \mid CH_3\text{-}CH{=}CH_2 + 2OH^- + 2e \rightarrow CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_2OH$

$2 \times \mid MnO_4^- + 2H_2O + 3e \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$

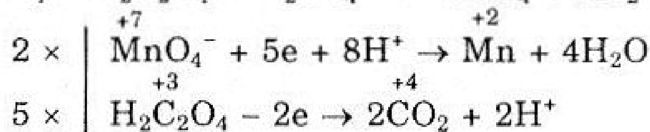

$3CH_3\text{-}CH{=}CH_2 + 4H_2O + 2MnO_4^- \rightarrow 3CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_2OH + 2MnO_2 + 2OH^-$


$3CH_3\text{-}CH{=}CH_2 + 4H_2O + 2MnO_4^- \rightarrow 3CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_2OH +$

$+ 2MnO_2 + 2KOH$

19. Hoàn thành và cân bằng các phản ứng oxi hoá khử:


a) $KMnO_4 + H_2C_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + CO_2 + ...$



$2 \times \mid \overset{+7}{Mn}O_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow \overset{+2}{Mn} + 4H_2O$

$5 \times \mid H_2\overset{+3}{C_2}O_4 - 2e \rightarrow 2\overset{+4}{C}O_2 + 2H^+$


$2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$


$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 10CO_2 + K_2SO_4 + 8H_2O$


b) $NO_2 + KOH \rightarrow ...$


$$\overset{+4}{N}O_2 - 1e + 2OH^- \rightarrow \overset{+5}{N}O_3^- + H_2O$$

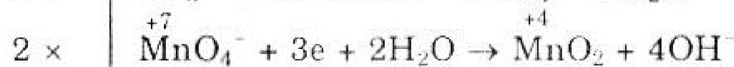

$$\overset{+4}{N}O_2 + 1e \rightarrow \overset{+3}{N}O_2^-$$


$$2NO_2 + 2OH^- \rightarrow NO_3^- + NO_2^- + H_2O$$


$$2NO_2 + 2KOH \rightarrow KNO_3 + KNO_2 + H_2O$$


c) $Na_2SO_3 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow ...$

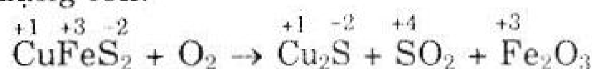

$$3 \times \quad \overset{+4}{S}O_3^{2-} - 2e + 2OH^- \rightarrow \overset{+6}{S}O_4^{2-} + H_2O$$


$$2 \times \quad \overset{+7}{M}nO_4^- + 3e + 2H_2O \rightarrow \overset{+4}{M}nO_2 + 4OH^-$$

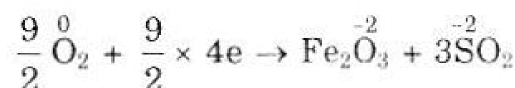

$$3SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + H_2O \rightarrow 3SO_4^{2-} + 2MnO_2 + 2OH^-$$

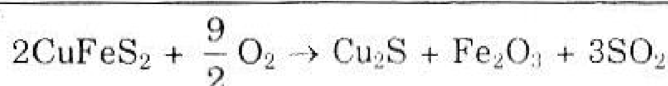

$$3Na_2SO_3 + 2KMnO_4 + H_2O \rightarrow 3Na_2SO_4 + 2MnO_2 + 2KOH$$

d) Vì $CuFeS_2$, Cu_2S, Fe_2O_3: đều là chất rắn và O_2, SO_2 chất khí nên không viết ra dạng ion:


$$\overset{+1}{Cu}\overset{+3}{Fe}\overset{-2}{S_2} + O_2 \rightarrow \overset{+1}{Cu_2}\overset{-2}{S} + \overset{+4}{S}O_2 + \overset{+3}{Fe_2}O_3$$


$$2CuFe\overset{-2}{S_2} - 18e \rightarrow Cu_2S + Fe_2O_3 + 3\overset{+4}{S}O_2$$


$$\frac{9}{2}\overset{0}{O_2} + \frac{9}{2} \times 4e \rightarrow Fe_2\overset{-2}{O_3} + 3S\overset{-2}{O_2}$$


$$2CuFeS_2 + \frac{9}{2}O_2 \rightarrow Cu_2S + Fe_2O_3 + 3SO_2$$

20. a) Trong dung dịch HI 1M, $[H^+] = [I^-] = 1M$

$$E_{Ag^+/Ag} = 0,8 + 0,059lg10^{-16} = -0,144V < E^0_{H^+/H_2} = 0$$

Do đó bạc có thể đẩy hidro ra khỏi dung dịch HI 1M.

b) Trong dung dịch HI 10^{-2}M, $[H^+] = [I^-] = 10^{-2}M$

$$E_{Ag^+/Ag} = 0,026V; \; E^0_{H^+/H_2} = 0,059.lg10^{-2} = -0,118V$$

$$E_{Ag^+/Ag} > E^0_{H^+/H_2}$$

Do đó bạc không tan được trong dung dịch HI 10^{-2}M.

21. a) Chỉ có 1 phương trình ion:


$$FeS_2 + 14H^+ + 15NO_3^- \rightarrow Fe^{3+} + 15NO_2\uparrow + 2SO_4^{2-} + 7H_2O$$

Nhưng có thể viết ở các phương trình phân tử với hệ số khác nhau:


$$FeS_2 + 18HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 15NO_2\uparrow + 2H_2SO_4 + 7H_2O$$


$$2FeS_2 + 30HNO_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 30NO_2\uparrow + H_2SO_4 + 14H_2O$$


$$3FeS_2 + 48HNO_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + Fe(NO_3)_3 + 45NO_2 + 3H_2SO_4 + 21H_2O$$


b) $3Fe^{2+} + 4H^+ + NO_3^- \rightarrow 3Fe^{3+} + NO\uparrow + 2H_2O$ (1)

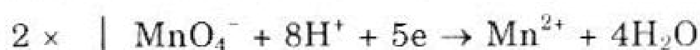
Cân bằng phương trình ion trên đơn giản hơn so với các phương trình a), b), nhưng lại khó viết phương trình phân tử hơn vì trong dung dịch còn tồn tại cả ion SO_4^{2-}. Nên có 2 trường hợp xảy ra:


$3FeSO_4 + 4HNO_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$ (2)


$3FeSO_4 + 10HNO_3 \rightarrow 3Fe(NO_3)_3 + 3H_2SO_4 + NO\uparrow + 2H_2O$ (3)

Mặc dù có các phương trình phân tử khác nhau, nhưng thực chất phản ứng c) chỉ xảy ra theo phương trình (1).


22. a) $MnO_4^- + H_2O_2 + H^+ \rightarrow O_2 + ...$


2 × | $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$


5 × | $H_2O_2 - 2e \rightarrow O_2 + 2H^+$


$2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5O_2 + 8H_2O$


b) $CrO_2^- + Br_2 + OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + ...$

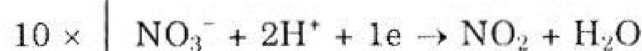

2 × $CrO_2^- + 4OH^- - 3e \rightarrow CrO_4^{2-} + 2H_2O$


3 × $Br_2 + 2e \rightarrow 2Br^-$

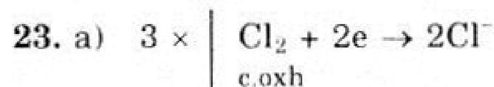

$2CrO_2^- + 8OH^- + 3Br_2 \rightarrow 2CrO_4^{2-} + 6Br^- + 4H_2O$

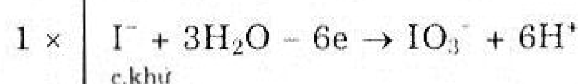

c) $Cu_2S + HNO_{3\,đ} \xrightarrow{t^o} Cu^{2+} + SO_4^{2-} + NO_2 + ...$


1 × | $Cu_2S + 4H_2O - 10e \rightarrow 2Cu^{2+} + SO_4^{2-} + 8H^+$

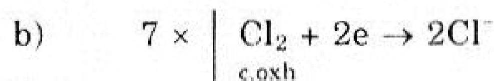

10 × | $NO_3^- + 2H^+ + 1e \rightarrow NO_2 + H_2O$

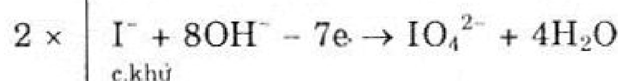

$Cu_2S + 10NO_3^- + 12H^+ \rightarrow 2Cu^{2+} + SO_4^{2-} + 10NO_2 + 6H_2O$


23. a) 3 × | $\underset{\text{c.oxh}}{Cl_2} + 2e \rightarrow 2Cl^-$

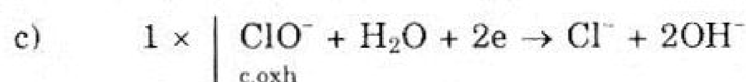

1 × | $\underset{\text{c.khử}}{I^-} + 3H_2O - 6e \rightarrow IO_3^- + 6H^+$

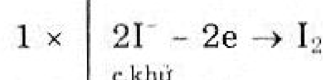

$3Cl_2 + I^- + 3H_2O \rightarrow 6Cl^- + IO_3^- + 6H^+$


b) 7 × | $\underset{\text{c.oxh}}{Cl_2} + 2e \rightarrow 2Cl^-$

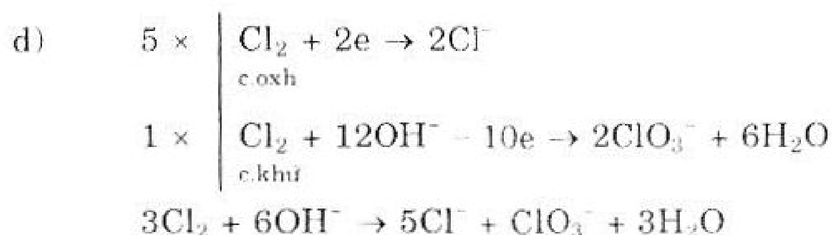

2 × | $\underset{\text{c.khử}}{I^-} + 8OH^- - 7e \rightarrow IO_4^{2-} + 4H_2O$


$7Cl_2 + 2I^- + 16OH^- \rightarrow 14Cl^- + 2IO_4^{2-} + 8H_2O$


c) 1 × | $\underset{\text{c.oxh}}{ClO^-} + H_2O + 2e \rightarrow Cl^- + 2OH^-$


1 × | $\underset{\text{c.khử}}{2I^-} - 2e \rightarrow I_2$


$ClO^- + 2I^- + H_2O \rightarrow Cl^- + I_2 + 2OH^-$



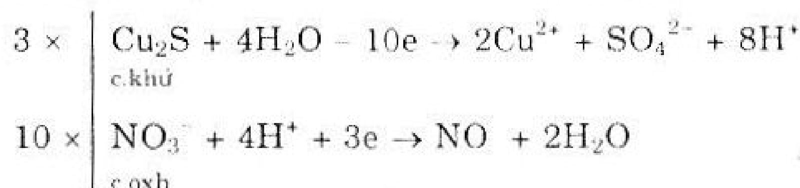
d) $5 \times \left| \underset{c.oxh}{Cl_2} + 2e \rightarrow 2Cl^- \right.$

$1 \times \left| \underset{c.khử}{Cl_2} + 12OH^- - 10e \rightarrow 2ClO_3^- + 6H_2O \right.$

$3Cl_2 + 6OH^- \rightarrow 5Cl^- + ClO_3^- + 3H_2O$



e) $Cu_2S + H^+ + NO_3^- \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-} + NO + H_2O$



$3 \times \left| \underset{c.khử}{Cu_2S} + 4H_2O - 10e \rightarrow 2Cu^{2+} + SO_4^{2-} + 8H^+ \right.$

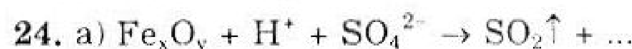
$10 \times \left| \underset{c.oxh}{NO_3^-} + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O \right.$



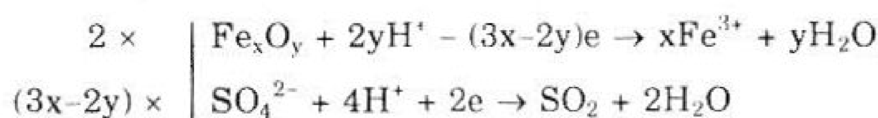
$3Cu_2S + 16H^+ + 10NO_3^- \rightarrow 6Cu^{2+} + 3SO_4^{2-} + 10NO + 8H_2O$



$3Cu_2S + 22HNO_3 \rightarrow 6Cu(NO_3)_2 + 3H_2SO_4 + 10NO + 8H_2O$



24. a) $Fe_xO_y + H^+ + SO_4^{2-} \rightarrow SO_2\uparrow + ...$



$2 \times \left| Fe_xO_y + 2yH^+ - (3x-2y)e \rightarrow xFe^{3+} + yH_2O \right.$

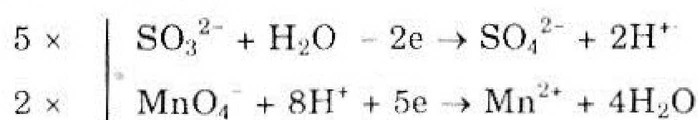
$(3x-2y) \times \left| SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e \rightarrow SO_2 + 2H_2O \right.$



$2Fe_xO_y + (3x-2y)SO_4^{2-} + (12x-4y)H^+ \rightarrow 2xFe^{3+} + (3x-2y)SO_2 + (6x-2y)H_2O$



b) $MnO_4^- + SO_3^{2-} + H^+ \rightarrow SO_4^{2-} + ...$



$5 \times \left| SO_3^{2-} + H_2O - 2e \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+ \right.$

$2 \times \left| MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \right.$



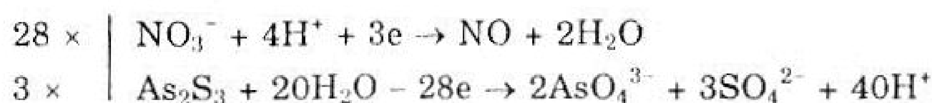
$2MnO_4^- + 5SO_3^{2-} + 6H^+ \rightarrow 5SO_4^{2-} + 2Mn^{2+} + 3H_2O$



$2KMnO_4 + 5Na_2SO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 5Na_2SO_4 + 3H_2O$



c) $As_2S_3 + HNO_3 + H_2O \rightarrow AsO_4^{3-} + SO_4^{2-} + NO$



$28 \times \left| NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O \right.$

$3 \times \left| As_2S_3 + 20H_2O - 28e \rightarrow 2AsO_4^{3-} + 3SO_4^{2-} + 40H^+ \right.$



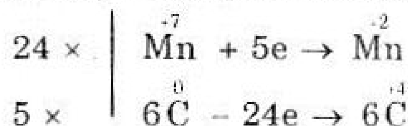
$3As_2S_3 + 28NO_3^- + 4H_2O \rightarrow 28NO + 6AsO_4^{3-} + 9SO_4^{2-} + 8H^+$



$3As_2S_3 + 28HNO_3 + 4H_2O \rightarrow 28NO + 6H_3AsO_4 + 9H_2SO_4$

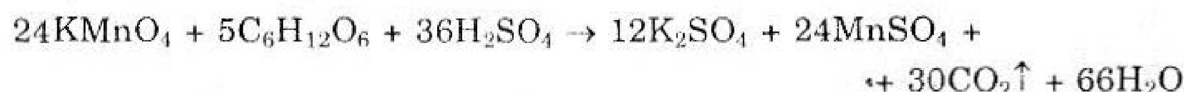


25. a) $KMnO_4 + C_6H_{12}O_6 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$



$24 \times \left| \overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn} \right.$

$5 \times \left| 6\overset{0}{C} - 24e \rightarrow 6\overset{+4}{C} \right.$

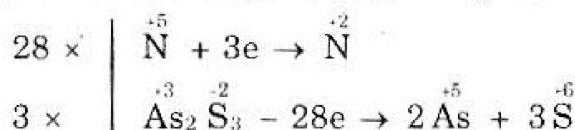


$24KMnO_4 + 5C_6H_{12}O_6 + 36H_2SO_4 \rightarrow 12K_2SO_4 + 24MnSO_4 +$

$+ 30CO_2\uparrow + 66H_2O$



b) $As_2S_3 + HNO_3 + H_2O \rightarrow NO\uparrow + H_2SO_4 + H_3AsO_4$



$28 \times \left| \overset{+5}{N} + 3e \rightarrow \overset{+2}{N} \right.$

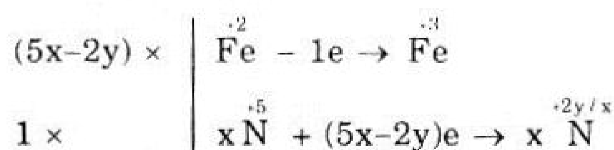
$3 \times \left| \overset{+3}{As_2}\overset{-2}{S_3} - 28e \rightarrow 2\overset{+5}{As} + 3\overset{+6}{S} \right.$



$3As_2S_3 + 28HNO_3 + 4H_2O \rightarrow 28NO\uparrow + 9H_2SO_4 + 6H_3AsO_4$



c) $FeO + HNO_3 \rightarrow N_xO_y\uparrow + Fe(NO_3)_3 + H_2O$



$(5x-2y)\times \quad \overset{+2}{Fe} - 1e \rightarrow \overset{+3}{Fe}$

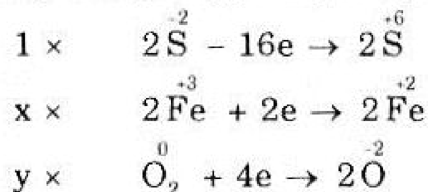
$1\times \quad x\overset{+5}{N} + (5x-2y)e \rightarrow x\overset{+2y/x}{N}$



$(5x-2y)FeO + (16x-6y)HNO_3 \rightarrow N_xO_y\uparrow + (5x-2y)Fe(NO_3)_3 + (8x-3y)H_2O$



d) $CuFeS_2 + Fe_2(SO_4)_3 + O_2 + H_2O \rightarrow CuSO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4$



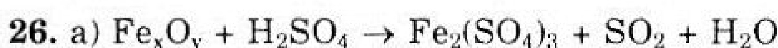
$1\times \quad 2\overset{-2}{S} - 16e \rightarrow 2\overset{+6}{S}$

$x\times \quad 2\overset{+3}{Fe} + 2e \rightarrow 2\overset{+2}{Fe}$

$y\times \quad \overset{0}{O_2} + 4e \rightarrow 2\overset{-2}{O}$

Ta có: $2x + 4y = 16 \Rightarrow x + 2y = 8$

$\Rightarrow 0 < x < 8$; $0 < y < 4 \Rightarrow$ có vô số nghiệm.



26. a) $Fe_xO_y + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$

Chất oxi hoá: H_2SO_4; Chất khử: Fe_xO_y



Quá trình oxi hoá: $xFe^{+2y/x} - (3x-2y)e \rightarrow xFe^{+3}$ $\quad \times 2$



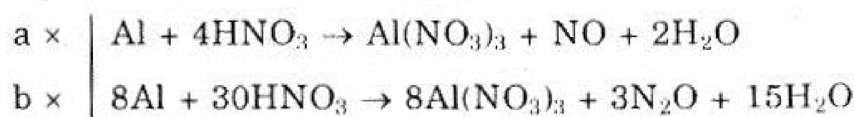
Quá trình khử: $\overset{+6}{S} + 2e \rightarrow \overset{+4}{S}$ $\quad \times (3x-2y)$



$2Fe_xO_y + (6x-2y)H_2SO_4 \rightarrow xFe_2(SO_4)_3 + (3x-2y)SO_2 + (6x-2y)H_2O$

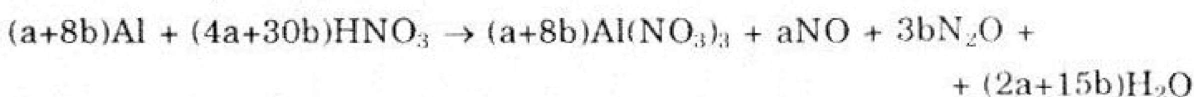


b) $Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + NO + N_2O + H_2O$



$a\times \quad Al + 4HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$

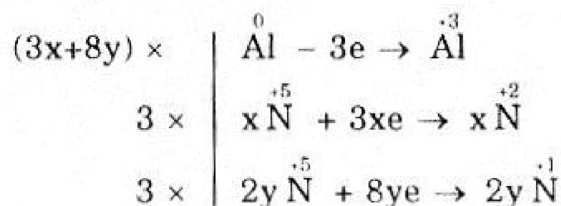
$b\times \quad 8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O + 15H_2O$



$(a+8b)Al + (4a+30b)HNO_3 \rightarrow (a+8b)Al(NO_3)_3 + aNO + 3bN_2O +$

$+ (2a+15b)H_2O$

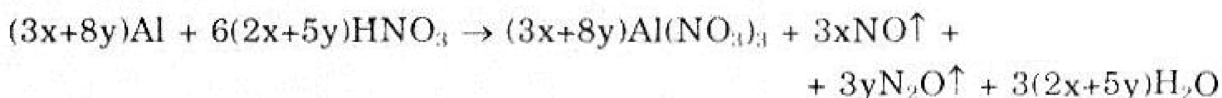
Cũng có thể giải như sau:



$(3x+8y)\times \quad \overset{0}{Al} - 3e \rightarrow \overset{+3}{Al}$

$3\times \quad x\overset{+5}{N} + 3xe \rightarrow x\overset{+2}{N}$

$3\times \quad 2y\overset{+5}{N} + 8ye \rightarrow 2y\overset{+1}{N}$



$(3x+8y)Al + 6(2x+5y)HNO_3 \rightarrow (3x+8y)Al(NO_3)_3 + 3xNO\uparrow +$

$+ 3yN_2O\uparrow + 3(2x+5y)H_2O$

27. a) Ta có các quá trình:



$AsO_4^{3-} + 2H^+ + 2e \rightarrow AsO_3^{3-} + H_2O$



$2I^- - 2e \rightarrow I_2$



$AsO_4^{3-} + 2I^- + 2H^+ \rightarrow AsO_3^{3-} + I_2 + H_2O$

ở pH = 0 ta có: $\Delta E_{pư} = E^0_{AsO_4^{3-}/AsO_3^{3-}} - E^0_{I_2/2I^-} = 0,57 - 0,34 = 0,23V > 0$

$\Rightarrow$ Phản ứng xảy ra hay AsO_4^{3-} oxi hoá được I^-.

ở pH = 8, thế của cặp AsO_4^{3-}/AsO_3^{3-} thay đổi:

$$E_{AsO_4^{3-}/AsO_3^{3-}} = E^0 + \frac{0,059}{2}\lg\frac{[AsO_4^{3-}][H^+]^2}{[AsO_3^{3-}]} = E^0 - \frac{0,059}{2}\times 2pH$$

$$= 0,57 - 0,059 \times 8 = 0,098V.$$

Do đó: $\Delta E_{pư} = E^0_{AsO_4^{3-}/AsO_3^{3-}} - E^0_{I_2/2I^-} = 0,098 - 0,34 = -0,242 < 0$

Vậy phản ứng không xảy ra hay ở pH = 8 thì AsO_4^{3-} không có khả năng oxi hoá I^-.

b) • $E_{pư}^0 = E^0_{Pb^{2+}/Pb} - E^0_{Sn^{2+}/Sn} = -0,126 - (-0,136) = 0,01V$

Phản ứng xảy ra theo chiều thuận.

• $E_{pư} = E_{pư}^0 - \frac{0,059}{2}\lg\frac{[Sn^{2-}]}{[Pb^{2-}]} = 0,01 - \frac{0,059}{2} = -0,0195V$

Phản ứng xảy ra theo chiều nghịch.



28. $8H^+ + MnO_4^- + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

$$E = E^0 + \frac{0,059}{5}\lg\frac{[MnO_4^-][H^+]^8}{[Mn^{2+}]}$$

• pH = 0; $E_{MnO_4^{2-}/Mn^{2+}} = 1,51V > E^0_{Cl_2/Cl^-}$, $E^0_{Br_2/Br^-}$, $E^0_{I_2/I^-}$

Như vậy MnO_4^- oxi hoá được cả Cl^-, Br^- và I^-.

• pH = 3, $E_{MnO_4^{2-}/Mn^{2+}} = 1,23V < E^0_{Cl_2/Cl^-}$ nhưng lớn hơn $E^0_{Br_2/Br^-}$, $E^0_{I_2/I^-}$.

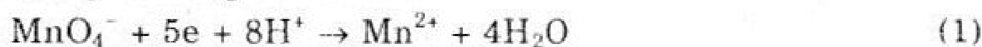
Như vậy MnO_4^- chỉ oxi hoá được Br^- và I^-.

• pH = 5, $E_{MnO_4^{2-}/Mn^{2+}} = 1,04V < E^0_{Cl_2/Cl^-}$, $E^0_{Br_2/Br^-}$ nhưng lớn hơn $E^0_{I_2/I^-}$.

Như vậy MnO_4^- chỉ oxi hoá được I^-.

Vậy để nhận biết dung dịch hỗn hợp Cl^-, Br^- và I^- ta có thể dùng dung dịch $KMnO_4$ và dung môi chiết CCl_4. Lúc đầu tiến hành phản ứng ở pH bằng 5, trong lớp dung môi chiết sẽ có màu tím của iot. Thay lớp dung môi, ở pH bằng 3 sẽ thấy lớp dung môi có màu vàng của brom. Cuối cùng loại lớp dung môi và khử lượng $KMnO_4$ dư và nhận biết Cl^- bằng $AgNO_3$.

29. Xét nửa phản ứng oxi hoá-khử



$$MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad (1)$$

Ta có: $E_{MnO_4^-/Mn^{2+}} = E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}} + \frac{0,059}{5}\lg\frac{[Mn^{2+}]}{[MnO_4^-][H^+]^8}$ (2)

Ở điều kiện chuẩn thì nồng độ các chất bằng 1M nên:

$E = E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}} = 1,51V > E^0_{Cl_2/2Cl^-} \Rightarrow$ Phản ứng tự xảy ra.

Nếu thay $[HCl] = [H^+] = 10^{-3}M$ vào (2):

$$E = E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}} + \frac{0,059}{5}\lg\frac{1}{\left(10^{-3}\right)^8} = 1,2268V < E^0_{Cl_2/2Cl^-}$$

⇒ Phản ứng không xảy ra.

30. Tính $E^0_{Sn^{4+}/Sn}$

a)

$Sn^{2+} + 2e \rightarrow Sn$ $\quad E^0 = -0,136V$


$Sn^{4+} + 2e \rightarrow Sn^{2+}$ $\quad E^0 = 0,15V$


$Sn^{4+} + 4e \rightarrow Sn$ $\quad E^0 = ?$

$$E^0_{Sn^{4+}/Sn} = \frac{2\times 0,15 + 2(-0,136)}{4} = 0,007V$$


$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$ $\quad E^0 = -0,34V$


$Cu^+ + e \rightarrow Cu$ $\quad E^0 = 0,52V$


$Cu^{2+} + e \rightarrow Cu^+$ $\quad E^0 = ?$

$$E^0_{Cu^{2+}/Cu^+} = 2\times 0,34 - 0,52 = 0,16V$$

b) Xác định sản phẩm khi hòa tan Sn vào HCl

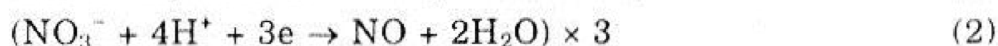

$Sn + 2HCl \rightarrow SnCl_2 + H_2$ $\quad E^0 = -0,136V \quad (1)$


$Sn + 4HCl \rightarrow SnCl_4 + 2H_2$ $\quad E^0 = -0,007V \quad (2)$

Vì vậy xảy ra phản ứng (1).

31. a)

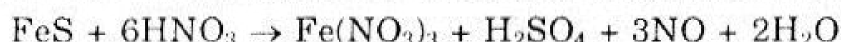
$FeS + 4H_2O \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 8H^+ + 9e \quad (1)$


$(NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O) \times 3 \quad (2)$

Tổ hợp (1) với (2) ta được:

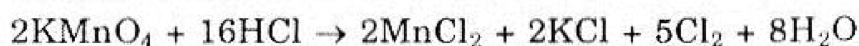

$FeS + 3NO_3^- + 4H^+ \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 3NO + 2H_2O$

Cộng ($2H^+$ và $3NO_3^-$) vào cả hai vế ta được phương trình phân tử:


$FeS + 6HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + 3NO + 2H_2O$

b) Tương tự như trên ta có phương trình ion:


$2MnO_4^- + 16H^+ + 10Cl^- \rightarrow 2Mn^{2+} + 5Cl_2 + 8H_2O$

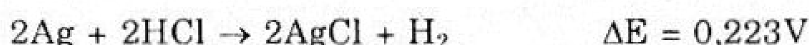

$2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 2MnCl_2 + 2KCl + 5Cl_2 + 8H_2O$

32. $[Cl^-] = 1$ ion g/l

$[Ag^+][Cl^-] = 1,7.10^{-10}$

$[Ag^+] = 1,7.10^{-10}$

$$E_{Ag^+/Ag} = E^0 + 0,059\lg[Ag^+] = 0,8 + 0,059\lg(1,7.10^{-10}) = 0,223$$


$2Ag + 2HCl \rightarrow 2AgCl + H_2$ $\quad \Delta E = 0,223V$

Ag không thể đẩy được H_2 ra khỏi dung dịch HCl 1N. Tương tự trong dung dịch HI 1N.

$$E_{Ag^+/Ag} = 0,8 + 0,059\lg 8,3.10^{-17} = -0,148V$$


$2Ag + 2HI \rightarrow 2AgI + H_2$ $\quad \Delta E = +0,148V$

⇒ Ag có thể đẩy được H_2 ra khỏi dung dịch HI 1N trong điều kiện đã cho.

33. $\Delta E^0 = E^0_{Cr_2O_7^{2-}} - E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 1,36 - 0,77 = 0,59 > 0$

Do ΔE^0 nên $Cr_2O_7^{2-}$ oxi hoá Fe^{2+} thành Fe^{3+} và Cr^{3+} trong môi trường axit.

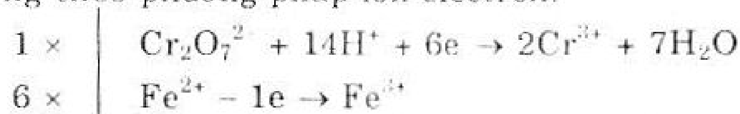


Phản ứng: $Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ \rightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$



$K_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 + 7H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O + K_2SO_4$

Cân bằng theo phương pháp ion electron:



$$\begin{array}{r|l} 1 \times & Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \\ 6 \times & Fe^{2+} - 1e \rightarrow Fe^{3+} \end{array}$$



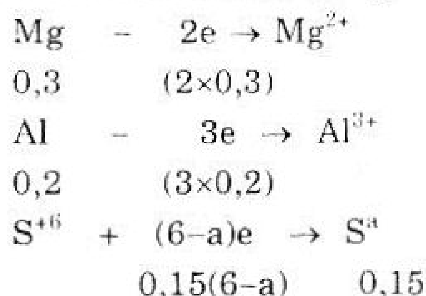
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \rightarrow 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$

34. Gọi x, y lần lượt là số mol Mg, Al, theo đề ta có:

$$\begin{cases} 24x + 27y = 12,6 \\ \dfrac{x}{y} = \dfrac{3}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,3 \\ y = 0,2 \end{cases}$$

$n_{Mg} = 0,3$ mol và $n_{Al} = 0,2$ mol

Gọi a là số oxi hoá của S trong sản phẩm, ta có:



$Mg \quad - \quad 2e \rightarrow Mg^{2+}$

$0,3 \qquad (2\times0,3)$

$Al \quad - \quad 3e \rightarrow Al^{3+}$

$0,2 \qquad (3\times0,2)$

$S^{+6} \quad + \quad (6-a)e \rightarrow S^{a}$

$\qquad 0,15(6-a) \qquad 0,15$

Áp dụng định luật bảo toàn electron:

$(2 \times 0,3) = (3 \times 0,2) = 0,15(6 - a)$

$\Rightarrow a = -2$. Vậy sản phẩm là H_2S



Phản ứng: $8Al + 15H_2SO_{4\,đặc} \xrightarrow{t^0} 4Al_2(SO_4)_3 + 3H_2S + 12H_2O$



$4Mg + 5H_2SO_{4\,đặc} \xrightarrow{t^0} 4MgSO_4 + H_2S + 4H_2O$

35. a) Các phản ứng xảy ra:



$2Fe + O_2 \xrightarrow{t^0} 2FeO \qquad (1)$

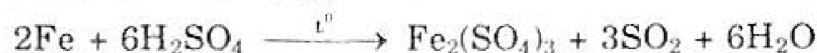


$3Fe + 2O_2 \xrightarrow{t^0} Fe_2O_3 \qquad (2)$



$4Fe + 3O_2 \xrightarrow{t^0} Fe_3O_4 \qquad (3)$

Cho hỗn hợp A + $H_2SO_{4\,(dd)}$ nóng:



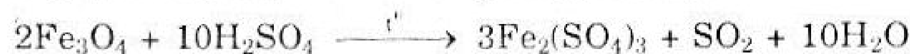
$2Fe + 6H_2SO_4 \xrightarrow{t^0} Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$



$2FeO + 4H_2SO_4 \xrightarrow{t^0} Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + 4H_2O$



$Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 \xrightarrow{t^0} Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$



$2Fe_3O_4 + 10H_2SO_4 \xrightarrow{t^0} 3Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + 10H_2O$

b) Số mol Fe ban đầu trong a (g): $n_{Fe} = \dfrac{a}{56}$

Số mol O_2 tham gia phản ứng: $n_{O_2} = \dfrac{75,2 - a}{32}$

Các phản ứng trên gồm các quá trình oxi hoá và khử sau:



$$Fe - 3e \rightarrow Fe^{3+} \qquad (1')$$

$$(1') \Rightarrow n_{e\,(nhường)} = \frac{3a}{56}\ (mol)$$



$$O_2 + 4e \rightarrow 2O^{2-} \qquad (2')$$



$$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e \rightarrow SO_2 + 2H_2O \qquad (3')$$

(2') và (3') suy ra $n_{e\,(nhận)} = 4n_{O_2} + 2n_{SO_2} = n_{e\,(nhường)}$

$$= 4\left(\frac{75,2 - a}{32}\right) + 2 \times 0,3 = \frac{3a}{56}$$

$\Rightarrow a = 56g.$

36. a) Khối lượng một phần: $\dfrac{7,88}{2} = 3,94g$

Số mol nguyên tử O kết hợp với hỗn hợp kim loại:

$$\frac{4,74 - 3,94}{16} = 0,05 \text{ mol.}$$

Trong quá trình tạo oxit, oxi đã thu electron của hai kim loại như sau:



$$O + 2e \rightarrow O^{2-} \qquad (1)$$

(mol) 0,05 0,1 0,05

Theo (1): 0,05 mol O nhận 0,1 mol e do 3,94 g hỗn hợp 2 kim loại phóng ra. Vậy khi 3,94g hỗn hợp 2 kim loại khử H^+ của dung dịch 2 axit cũng phóng ra 0,1 mol e theo nửa phản ứng:



$$2H^+ + 2e \rightarrow H_2 \qquad (2)$$

(mol) 0,1 0,1 0,05

Vậy $V_{H_2} = 0,05 \times 22,4 = 11,2$ lít (đktc)

Gọi $\overline{M}$ là kí hiệu chung của 2 kim loại



$$\overline{M} - 2e \rightarrow \overline{M}^{2+}$$

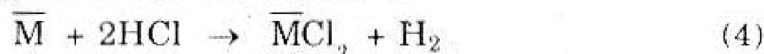
(mol) 0,05 0,1

$\Rightarrow \overline{M} = \dfrac{3,94}{0,05} = 78,8$ g/mol.

Theo đầu bài X, Y là 2 kim loại thuộc 2 chu kì liên tiếp ở phân nhóm chính nên ta có:

$$X = Ca\ (40) < 78,8 < Y = Sr\ (88).$$

Ta có phương trình tạo muối clorua:



$$\overline{M} + 2HCl \rightarrow \overline{M}Cl_2 + H_2 \qquad (4)$$

(mol) 0,05 0,05

Gọi x, y là số mol của $CaCl_2$, $SrCl_2$ ta có:

$x + y = 0,05$ (5)

Và $111x + 159y = 7,49$ (6)

Từ (5) và (6), giải hệ phương trình ta có $x = 0,01$ và $y = 0,04$

Vậy thành phần phần trăm theo khối lượng là:

$$\%CaCl_2 = \frac{0,01 \times 111}{7,49} \times 100\% = 14,82\%$$

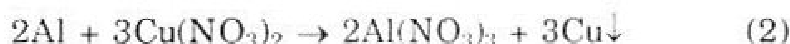
$$\%SrCl_2 = 100 - 14,82 = 85,18\%$$

37. Vì Al hoạt động hoá học mạnh hơn Fe và vì chất rắn B gồm 3 kim loại nên chúng phải là Ag, Cu và Fe dư.

Các phản ứng có thể xảy ra:



$Al + 3AgNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + 3Ag\downarrow$ (1)



$2Al + 3Cu(NO_3)_2 \rightarrow 2Al(NO_3)_3 + 3Cu\downarrow$ (2)



$Fe + 2AgNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + 2Ag\downarrow$ (3)



$Fe + Cu(NO_3)_2 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + Cu\downarrow$ (4)



$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$ (5)

Các phản ứng (1) và (5) chắc chắn xảy ra, còn (2), (3) và (4) xảy ra hay không còn tùy thuộc lượng Al hay $AgNO_3$ thừa thiếu. Dù các phản ứng xảy ra như thế nào, tất cả: $Al - 3e \rightarrow Al^{3+}$; $Fe - 2e \rightarrow Fe^{2+}$; $Ag^+ + 1e \rightarrow Ag$; $Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$; $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$ ta vẫn có phương trình bảo toàn toàn electron.

Gọi a, b là số mol $AgNO_3$ và $Cu(NO_3)_2$ trong 100ml dung dịch

Số mol $H_2 = \frac{0,672}{22,4} = 0,03$

Ta có phương trình:

$0,03\times3$	+	$0,05\times2$	=	$a\times1$	+	$0,03\times2$	+	$b\times2$	(6)
Số e Al cho		Số e Fe cho		Số e Ag^+ nhận		Số e H^+ nhận		Số e Cu^{2+} nhận	

Hoặc: $a + 2b = 0,13$

Mặt khác khối lượng B (gồm 3 kim loại) bằng

$108a + 64b + 0,03 \times 56 = 8,12$

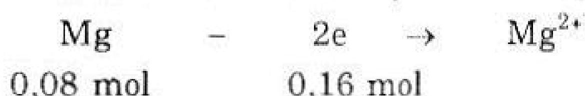
$108a + 64b = 6,44$ (7)

Giải hệ phương trình (6), (7) ta có: $a = 0,03$ và $b = 0,05$

$$[AgNO_3] = \frac{0,03}{0,1} = 0,3M;\ [Cu(NO_3)_2] = \frac{0,05}{0,1} = 0,5M.$$

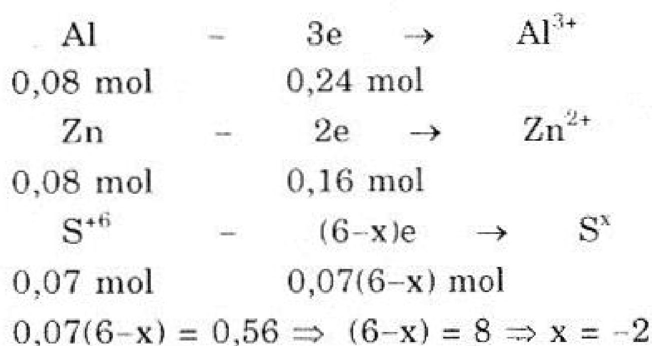
38. Gọi a là số mol Mg, Al, Zn

$24a + 27a + 65a = 9,28 \Rightarrow a = 0,08$ mol



$Mg \quad - \quad 2e \quad \rightarrow \quad Mg^{2+}$

0,08 mol $\quad$ 0,16 mol



$Al \quad - \quad 3e \quad \rightarrow \quad Al^{3+}$

0,08 mol $\qquad$ 0,24 mol

$Zn \quad - \quad 2e \quad \rightarrow \quad Zn^{2+}$

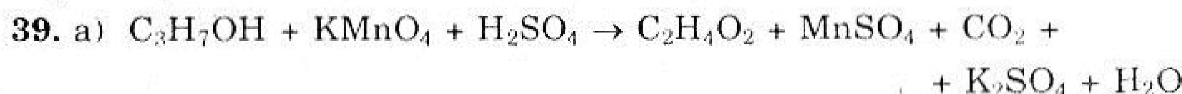
0,08 mol $\qquad$ 0,16 mol

$S^{+6} \quad - \quad (6-x)e \quad \rightarrow \quad S^{x}$

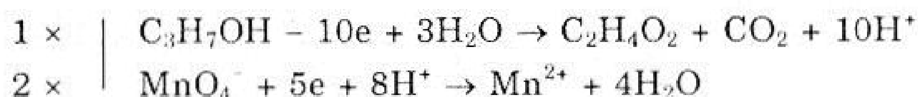
0,07 mol $\qquad$ 0,07(6–x) mol

$0,07(6-x) = 0,56 \Rightarrow (6-x) = 8 \Rightarrow x = -2$

Vậy sản phẩm là H_2S.



39. a) $C_3H_7OH + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow C_2H_4O_2 + MnSO_4 + CO_2 +$
$+ K_2SO_4 + H_2O$



$1 \times \mid C_3H_7OH - 10e + 3H_2O \rightarrow C_2H_4O_2 + CO_2 + 10H^+$

$2 \times \mid MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$



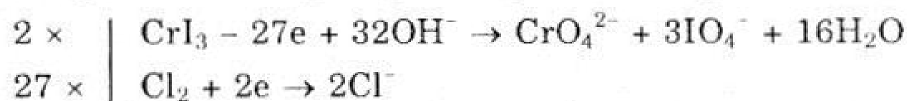
$C_3H_7OH + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow C_2H_4O_2 + CO_2 + 2Mn^{2+} + 5H_2O$



$C_3H_7OH + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow C_2H_4O_2 + 2MnSO_4 + CO_2 + K_2SO_4 + 5H_2O$



b) $CrI_3 + Cl_2 + KOH \rightarrow K_2CrO_4 + KIO_4 + KCl + H_2O$



$2 \times \mid CrI_3 - 27e + 32OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + 3IO_4^- + 16H_2O$

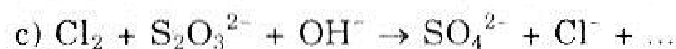
$27 \times \mid Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$



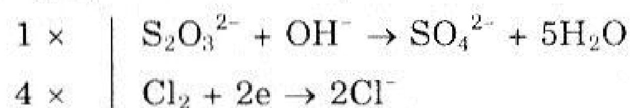
$2CrI_3 + 27Cl_2 + 64OH^- \rightarrow 2CrO_4^{2-} + 6IO_4^- + 54Cl^- + 32H_2O$



$2CrI_3 + 27Cl_2 + 64KOH \rightarrow 2K_2CrO_4 + 6KIO_4 + 54KCl + 32H_2O$



c) $Cl_2 + S_2O_3^{2-} + OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + Cl^- + \ldots$

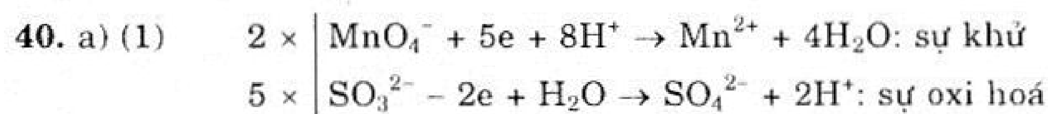


$1 \times \mid S_2O_3^{2-} + OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + 5H_2O$

$4 \times \mid Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$

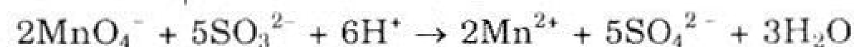


$S_2O_3^{2-} + 4Cl_2 + 10OH^- \rightarrow 2SO_4^{2-} + 8Cl^- + 5H_2O$

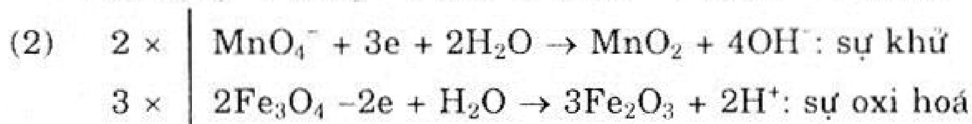


40. a) (1) $\quad 2 \times \mid MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$: sự khử

$5 \times \mid SO_3^{2-} - 2e + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+$: sự oxi hoá



$2MnO_4^- + 5SO_3^{2-} + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + 3H_2O$

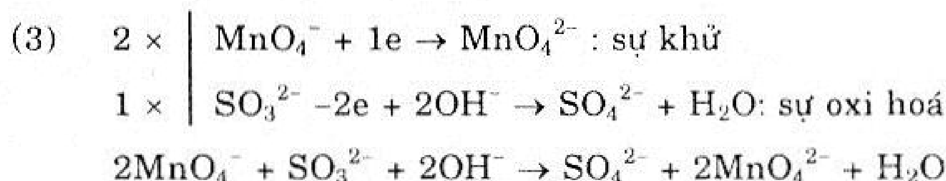


(2) $\quad 2 \times \mid MnO_4^- + 3e + 2H_2O \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$: sự khử

$3 \times \mid 2Fe_3O_4 - 2e + H_2O \rightarrow 3Fe_2O_3 + 2H^+$: sự oxi hoá



$2MnO_4^- + 6Fe_3O_4 + H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 9Fe_2O_3 + 2OH^-$



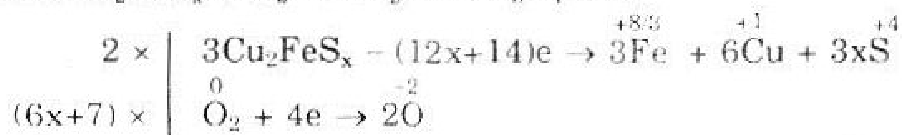
(3) $\quad 2 \times \mid MnO_4^- + 1e \rightarrow MnO_4^{2-}$: sự khử

$1 \times \mid SO_3^{2-} - 2e + 2OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + H_2O$: sự oxi hoá

$2MnO_4^- + SO_3^{2-} + 2OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + 2MnO_4^{2-} + H_2O$

Trong bất cứ môi trường nào MnO_4^- cũng có tính oxi hoá, tính oxi hoá mạnh nhất trong môi trường axit ($\overset{+7}{Mn} \rightarrow \overset{+2}{Mn}$) và yếu nhất trong môi trường kiềm ($\overset{+7}{Mn} \rightarrow \overset{+6}{Mn}$).

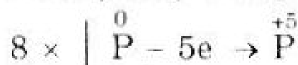

b) (1) $Cu_2FeS_x + O_2 \rightarrow Cu_2O + Fe_3O_4 + ...$


$$\begin{array}{r|l} 2 \times & 3Cu_2FeS_x - (12x+14)e \rightarrow 3\overset{+8/3}{Fe} + 6\overset{+1}{Cu} + 3x\overset{+4}{S} \\ (6x+7) \times & \overset{0}{O_2} + 4e \rightarrow 2\overset{-2}{O} \end{array}$$


$$6Cu_2FeS_x + (6x+7)O_2 \rightarrow 6Cu_2O + 2Fe_3O_4 + 6xSO_2$$


(2) $2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 \rightarrow 3O_2 + 2Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 8H_2O$


(3) $P + NH_4ClO_4 \rightarrow H_3PO_4 + N_2 + Cl_2$



$$\begin{array}{r|l} 8 \times & \overset{0}{P} - 5e \rightarrow \overset{+5}{P} \\ 5 \times & 2NH_4ClO_4 + 8e \rightarrow N_2 + Cl_2 + 8H^+ + 8O^{-2} \end{array}$$

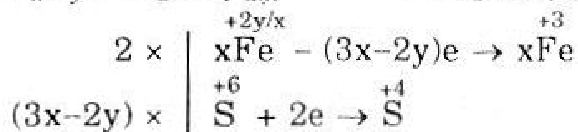

$$8P + 10NH_4ClO_4 \rightarrow 5N_2 + 5Cl_2 + 8H_3PO_4 + 8H_2O$$

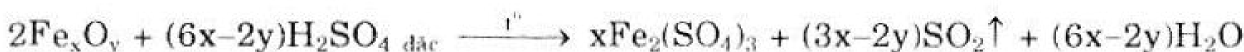
41. Áp dụng hệ thức $\Delta G^0 = -nFE^0$, ta tính ΔG^0 của các nửa phản ứng (1) và (2).

$$\Delta G_1^0 = -nFE_1^0 = -2 \times F \times 0,34 = -0,68F$$
$$\Delta G_2^0 = -nFE_2^0 = -t \times 0,52 = -0,52F$$

Vậy $E_3^0 = 0,16V$.

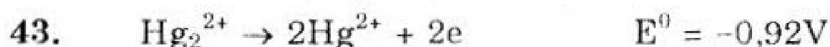

42. a) $Fe_xO_y + H_2SO_{4\ đặc} \xrightarrow{t^0} Fe_2(SO_4)_3 + SO_2\uparrow + H_2O$


$$\begin{array}{r|l} 2 \times & x\overset{+2y/x}{Fe} - (3x-2y)e \rightarrow x\overset{+3}{Fe} \\ (3x-2y) \times & \overset{+6}{S} + 2e \rightarrow \overset{+4}{S} \end{array}$$


$2Fe_xO_y + (6x-2y)H_2SO_{4\ đặc} \xrightarrow{t^0} xFe_2(SO_4)_3 + (3x-2y)SO_2\uparrow + (6x-2y)H_2O$


b) $3Fe(NO_3)_2 + 4HNO_3$ loãng $\rightarrow 3Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$


c) $2FeCl_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3\downarrow + 6NaCl + 3CO_2\uparrow$


43. $Hg_2^{2+} \rightarrow 2Hg^{2+} + 2e$ $\quad E^0 = -0,92V$


$Hg \rightarrow Hg^{2+} + 2e$ $\quad E^0 = -0,85V$


$Hg_2^{2+} \rightarrow Hg^{2+} + Hg$ $\quad E^0 = 2(-0,92 + 0,85) = -0,14V$

(Cần chú ý phản ứng sau chỉ trao đổi 1e, vì thế sức động của phản ứng không thể tính đơn giản là hiệu số thế điện cực của hai phản ứng trên).

$$LogK = -\frac{0,14}{0,059} = -2,37 \Rightarrow K = 4,26 = 4,26.10^{-3}.$$

44. $E^0_{MnO_4^-/MnO_2} = 1,679V$.

45. $m_{Ni} = 9,85g$.

CHƯƠNG 5

NHIỆT HOÁ HỌC VÀ NHIỆT ĐỘNG HOÁ HỌC

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NHỚ

I. Tính nhiệt tạo thành của phản ứng hoá học

Nhiệt của phản ứng hoá học:

$\Delta H = \sum$ nhiệt tạo thành của các sản phẩm phản ứng $- \sum$ nhiệt tạo thành của các chất phản ứng

Thí dụ: Biết nhiệt tạo thành của những chất sau đây từ các nguyên tố:



$2Al_{(r)} + \frac{3}{2}O_{2(k)} \rightarrow Al_2O_3$ (1) $\Delta H = -1676{,}0$ kJ/mol



$S_{(r)} + \frac{3}{2}O_{2(k)} \rightarrow SO_{3\,(k)}$ (2) $\Delta H = -396{,}1$ kJ/mol



$2Al + 3S + 6O_2 \rightarrow Al_2(SO_4)_3$ (3) $\Delta H = -3442{,}1$ kJ/mol

Ta có thể tín nhiệt của phản ứng sau:



$Al_2O_{3\,(r)} + 3SO_{2\,(k)} \rightarrow Al_2(SO_4)_{3\,(r)},$ $\Delta H = ?$

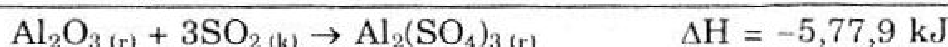
$$\Delta H = \Delta H_{Al_2(SO_4)_3} - \left(\Delta H_{Al_2O_3} + 3\Delta H_{SO_3}\right)$$



$-\;\; 2Al_{(r)} + 3S_{(r)} + 6O_{2(k)} \rightarrow Al_2(SO_4)_{3\,(r)}$ $\Delta H = -3442{,}0$ kJ



$+\begin{cases} 2Al_{(r)} + \frac{3}{2}O_{2(k)} \rightarrow Al_2O_3 & \Delta H = -1676{,}0 \text{ kJ} \\ 3S_{(r)} + \frac{9}{2}O_{2\,(k)} \rightarrow 3SO_3 & 3\Delta H = -396{,}4\times 3 \text{ kJ} \end{cases}$



$Al_2O_{3\,(r)} + 3SO_{2\,(k)} \rightarrow Al_2(SO_4)_{3\,(r)}$ $\Delta H = -5{,}77{,}9$ kJ

II. Tính hiệu ứng nhiệt của phản ứng hoá học

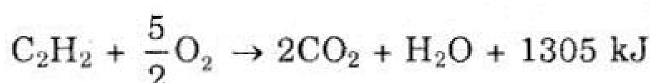
1. Dựa vào nhiệt tạo thành

$\Delta H_{pư} = \sum \Delta H_{tt}$ (sản phẩm) $- \sum \Delta H_{tt}$ (các chất)

Nhiệt tạo thành của đơn chất bằng không.

Thí dụ: Hãy tính nhiệt tạo thành của C_2H_2 (kJ/mol) biết rằng hiệu ứng nhiệt của phản ứng đốt cháy C_2H_2 là 1305 kJ/mol; nhiệt tạo thành của CO_2 và $H_2O_{(hơi)}$ tương ứng là 408 kJ/mol và 241 kJ/mol.

Phản ứng đốt cháy C_2H_2:



$$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O + 1305 \text{ kJ}$$

Ta có: $2 \times 408 + 241 - \Delta H_{C_2H_2} = 1305$

$$\Delta H_{C_2H_2} = -248 \text{ kJ/mol.}$$

2. Dựa vào năng lượng liên kết sản phẩm

$$\Delta H_{pư} = \sum \Delta H_{lk \text{ (có trong phân tử các chất tham gia)}} - \sum \Delta H_{\text{(có trong phân tử các sản phẩm)}}$$

Ví dụ: Cho khí HI vào một bình kín rồi đun nóng đến nhiệt độ xác định thì xảy ra phản ứng sau:



$$2HI_{(k)} \rightleftharpoons H_{2\,(k)} + I_{2\,(k)} + 52 \text{ kJ}$$

Tính năng lượng hình thành liên kết H–I, biết rằng năng lượng liên kết H–H và I–I tương ứng bằng 435,9 kJ/mol và 151 kJ/mol.

Năng lượng để phá vỡ liên kết chất tham gia phản ứng là $2E_{(H-I)}$. Năng lượng tỏa ra khi tạo thành liên kết trong phân tử H_2 và trong I_2 là:
$435,9 + 151 = 586,9$ kJ.

Phản ứng trên là tỏa nhiệt nghĩa là năng lượng tiêu hao ít hơn năng lượng tỏa ra.

$$586,9 - 2E_{H-I} = 52$$

$$F_{H-I} = 267,45 \text{ kJ/mol.}$$

Lưu ý:

– Hiệu ứng nhiệt của phản ứng đo ở điều kiện đẳng áp bằng biến thiên ΔH.

– Hiệu ứng nhiệt của phản ứng đo ở điều kiện đẳng tích bằng biến thiên nội năng (ΔU) của hệ.

III. Tính ΔU, ΔH. Quan hệ giữa biến thiên nội năng ΔU và biến thiên entanpi ΔH của phản ứng

– Trong những phản ứng chỉ có chất rắn và chất lỏng tham gia, sự biến đổi thể tích là không đáng kể. Nếu những phản ứng đó thực hiện ở áp suất tương đối bé, như áp suất thường của khí quyển chẳng hạn, pΔV rất bé và $\Delta H \sim \Delta U$.

– Trong những phản ứng có chất phản ứng hay sản phẩm phản ứng là chất khí. ΔH và ΔU có thể khác nhau.

Với khí lí tưởng: $pV = nRT$

nên: $p\Delta V = \Delta nRT$

(Trong đó n là độ biến thiên của số mol khí trong phản ứng ở nhiệt độ tuyệt đối T, R là hằng số khí bằng 8,314 J/mol.độ)

Vậy $\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$

Khi $\Delta n = 0$ thì $\Delta H = \Delta U$

IV. Tính ΔG Entanpi tự do hay năng lượng Gip

Đại lượng ΔH thể hiện chủ yếu ảnh hưởng tương hỗ của các nguyên tử ở trong phân tử, xu hướng kết hợp của các hạt thành những tập hợp lớn hơn, còn đại lượng ΔS thể hiện xu hướng phân bố hỗn loạn của các hạt, tức là khả năng phân tán. Kết quả của hai xu hướng đó xảy ra trong một quá trình hoá học xảy ra ở nhiệt độ và áp suất không đổi được thể hiện trong sự biến đổi của một đại lượng gọi là entanpi tự do hoặc năng lượng Gip (G).

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Biến thiên ΔG là thước đo khả năng thực hiện phản ứng tạo thành các chất.

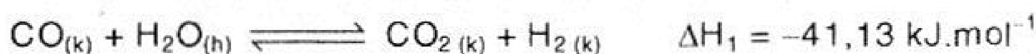
B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Tính nhiệt phản ứng ở 25^0C của phản ứng sau:



$$CO(CH_2)_{2(r)} + H_2O\ (l) \rightleftharpoons CO_{2\,(k)} + 2NH_{3\,(k)}$$

Biết trong cùng điều kiện có các đại lượng nhiệt sau đây:



$$CO_{(k)} + H_2O_{(h)} \rightleftharpoons CO_{2\,(k)} + H_{2\,(k)} \qquad \Delta H_1 = -41,13\ kJ.mol^{-1}$$



$$CO_{(k)} + Cl_{2\,(k)} \rightleftharpoons COCl_{2\,(k)} \qquad \Delta H_2 = -112,5\ kJ.mol^{-1}$$



$$COCl_{2\,(k)} + 2NH_{3\,(k)} \rightleftharpoons CO(NH_2)_{2\,(r)} + 2HCl_{(k)}$$

$$\Delta H_3 = -201\ kJ.mol^{-1}$$

Nhiệt tạo thành $HCl_{(k)}$: $\Delta H_4 = -92,3\ kJ.mol^{-1}$.

Nhiệt hoá hơi của $H_2O\ (l)$: $\Delta H_5 = 44,01\ kJ.mol^{-1}$.

HƯỚNG DẪN GIẢI

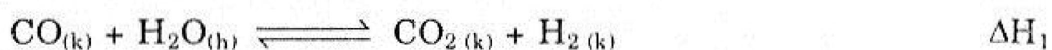
Tổ hợp cân bằng:



$$CO(NH_2)_{2\,(r)} + 2HCl_{(r)} \rightleftharpoons COCl_{2\,(k)} + 2NH_{3\,(k)} \qquad -\Delta H_3$$



$$COCl_{2\,(k)} \rightleftharpoons CO + Cl_2 \qquad -\Delta H_2$$



$$CO_{(k)} + H_2O_{(h)} \rightleftharpoons CO_{2\,(k)} + H_{2\,(k)} \qquad \Delta H_1$$



$$H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl \qquad 2\Delta H_4$$



$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(h)} \qquad \Delta H_5$$



$$CO(NH_2)_{2\,(r)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CO_{2\,(k)} + 2NH_{3\,(k)} \qquad \Delta H$$

$$\Delta H = -\Delta H_3 - \Delta H_2 + \Delta H_1 + 2\Delta H_4 + \Delta H_5$$

$$= 201 + 112,5 - 41,13 - 2 \times 92,3 + 44,01 = 131,78\ kJ.mol^{-1}.$$

2. Khử Fe_2O_3 bằng phản ứng:



$$Fe_2O_{3\,(r)} + Al_{(r)} \xrightarrow{t^0} Al_2O_{3\,(r)} + 2Fe_{(r)}$$

Tính ΔH^0_{298} của phản ứng biết rằng ở áp suất 1 atm, 25°C khử 47,87g Fe_2O_3 thì thoát ra 254,08 kJ. Tính ΔH^0_{298} (Fe_2O_3)? Biết $\Delta H^0_{298}(Al_2O_3) = -1669,79$ kJ/mol.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Khử Fe_2O_3 bằng phản ứng: $Fe_2O_{3(r)} + Al_{(r)} \xrightarrow{t^0} Al_2O_{3(r)} + 2Fe_{(r)}$

Cứ $\frac{47,87}{160} = 0,299$ mol $Fe_2O_3 \rightarrow \Delta H = -254,08$ kJ

Vậy 1 mol $Fe_2O_3 \rightarrow \Delta H = -\frac{254,08}{0,299} = -849,77$ kJ

$\Delta H^0_{298} = -849,77$ kJ

Với hiệu ứng nhiệt: $\Delta H^0_{298} = \Delta H^0_{298}(Al_2O_3) - \Delta H^0_{298}(Fe_2O_3)$

$\Rightarrow \Delta H^0_{298}(Fe_2O_3) = \Delta H^0_{298}(Al_2O_3) - \Delta H^0_{298} = -1669,79 - (-849,77) = -820,02$kJ.

3. Tính giá trị trung bình của biến thiên entapi trong khoảng nhiệt độ từ 600°K đến 700°K của phản ứng:



$$H_2O_{(k)} + C_{(r)} \rightarrow CO_{(k)} + H_{2(k)}$$

Ở 600°K $\quad \Delta G^0 = 50961$ J/mol

Ở 700°K $\quad \Delta G^0 = 34058$ J/mol.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Từ $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$

Giả sử ΔH^0 và ΔS^0 không phụ thuộc vào nhiệt độ, ta có:

$\Delta H^0 - 600\Delta S^0 = 50961$

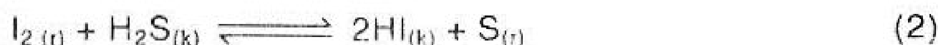
$\Delta H^0 - 700\Delta S^0 = 34058$

Ta tính được: $\Delta H = 152379$ J/mol hay 152,379 kJ/mol.

4. Xét 2 phản ứng:



$Cl_{2(k)} + 2HI_{(k)} \rightleftharpoons I_{2(r)} + 2HCl_{(k)}$ (1)



$I_{2(r)} + H_2S_{(k)} \rightleftharpoons 2HI_{(k)} + S_{(r)}$ (2)

a) Trong những điều kiện chuẩn, các phản ứng trên có thể xảy ra theo chiều thuận ở 298°K hay không?

b) Khi nhiệt độ tăng lên sẽ ảnh hưởng đến hướng diễn ra của các phản ứng như thế nào? Cho biết: ΔG^0($kJ.mol^{-1}$) tạo thành của HI, HCl, H_2S lần lượt là 1,8; −95,2; −33,8.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Xét hai phản ứng:



$Cl_{2(k)} + 2HI_{(k)} \rightleftharpoons I_{2(r)} + 2HCl_{(k)}$ (1)



$I_{2(r)} + H_2S_{(k)} \rightleftharpoons 2HI_{(k)} + S_{(r)}$ (2)

a) Với phản ứng (1): $\Delta G_1^0 = 2\Delta G_{HCl}^0 - 2\Delta G_{HI}^0 = 2(-95,2) - 2\times1,8 = -194kJ$

Với phản ứng (2): $\Delta G_2^0 = 2\Delta G_{HI}^0 - \Delta G_{H_2S}^0 = 2\times1,8 - (33,8) = +37,4$ kJ

Phản ứng (1) có $\Delta G_1^0 < 0$: Có khả năng phản ứng theo chiều thuận

Phản ứng (2) có $\Delta G_2^0 > 0$: Không thể xảy ra theo chiều thuận trong điều kiện đã cho.

b) Khi tăng nhiệt độ, ta có: $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$

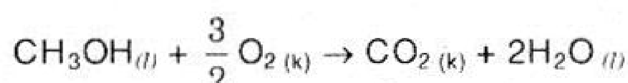
Ở phản ứng (1): Số mol khí giảm, có $\Delta S_1^0 < 0 \Rightarrow -T\Delta S_1^0 > 0$

Ở phản ứng (2): Số mol khí tăng, có $\Delta S_2^0 > 0 \Rightarrow T\Delta S_2^0 < 0$

Vậy khi tăng nhiệt độ T thì $-T\Delta S_1^0$ càng dương và ΔG_1^0 tăng, $-T\Delta S_2^0$ càng âm và ΔG_2^0 giảm.

Do đó cản trở phản ứng (1) và tạo điều kiện thuận lợi cho phản ứng (2) diễn ra theo chiều thuận.

5. Khi 1 mol rượu metylic cháy ở 298^0K và ở thể tích cố định theo phản ứng:



$$CH_3OH_{(l)} + \frac{3}{2}O_{2\,(k)} \rightarrow CO_{2\,(k)} + 2H_2O_{(l)}$$

Phản ứng giải phóng ra một lượng nhiệt là 726,55 kJ.

a) Tính ΔH của phản ứng.

b) Biết sinh nhiệt tiêu chuẩn của $H_2O_{(l)}$ và $CO_{2\,(k)}$ tương ứng bằng −285,85 kJ/mol và −393,51 kJ/mol. Tính sinh nhiệt tiêu chuẩn của $CH_3OH_{(l)}$.

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) $\Delta H = \Delta U + P\Delta V = \Delta U + \Delta nRT = -726,55 + \left(1 - \frac{3}{2}\right).298.8,314.10^{-3}$

$= -727,79$ kJ/mol.

b) $\Delta H_{pư} = 2\Delta H_{H_2O}^0 + \Delta H_{CO_2}^0 - \frac{3}{2}\Delta H_{O_2}^0 - \Delta H_{CH_3OH}^0$

$\Rightarrow \Delta H_{CH_3OH}^0 = 2\Delta H_{H_2O}^0 + \Delta H_{CO_2}^0 - \Delta H_{pư}^0$

$= 2(-285,85) + (-393,51) + 727,79 = 237,42$ kJ/mol.

6. Tính ΔH_{298}^0 của khí CH_4, biết rằng năng lượng liên kết H–H trong hidro là 436 $kJ.mol^{-1}$, năng lượng liên kết trung bình C–H trong CH_4 là 410 $kJ.mol^{-1}$ và nhiệt nguyên tử hoá ΔH_a^0 của C_{Rg} là: $C_{Rg} \rightarrow C_{(k)}$, $\Delta H_{298}^0 = 718,4 kJ.mol^{-1}$. Các giá trị đều xác định ở điều kiện chuẩn và 25^0C.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Tính ΔH_{298}^0 của CH_4, ta có:



$$C + 2H_{2(k)} \xrightarrow{\Delta H^0_{298}} CH_{4(k)}$$



$$C_{(k)} + 2H_{2(k)} \xrightarrow{2E(H-H)} C_{(k)} + 4H_{(k)}$$

Theo định luật Hess ta có:

$$\Delta H^0_{298}(CH_4) = \Delta H^0_s + 2E_{H-H} - 4E_{C-H}\sqrt{b^2 - 4ac}$$

$$\Delta H^0_{298}(CH_4) = 718,4 + 436 \times 2 - 410 \times 4 = 49,6 \text{ kJ.mol}^{-1}.$$

7. Cho các phản ứng sau với các dữ kiện nhiệt động của các chất ở 25^0C:



$$CO_2 + H_2 \rightleftharpoons CO + H_2O$$

	CO_2	H_2	CO	H_2O
ΔH^0_{298} (kJ/mol)	393,5	0	–110,5	–241,8
S^0_{298} (J/mol)	213,6	131,0	197,9	188,7

a) Hãy tính: ΔH^0_{298}, ΔS^0_{298} và ΔG^0_{298} của phản ứng và nhận xét phản ứng có tự xảy ra theo chiều thuận ở 25^0C hay không?

b) Giả sử ΔH^0 của phản ứng không thay đổi theo nhiệt độ. Hãy tính ΔG^0_{1273} của phản ứng thuận ở 1000^0C và nhận xét?

c) Hãy xác định nhiệt độ (^0C) để phản ứng thuận bắt đầu xảy ra (giả sử bỏ qua sự biến đổi của ΔH^0, ΔS^0 theo nhiệt độ).

HƯỚNG DẪN GIẢI

Phương trình phản ứng:



$$CO_2 + H_2 \rightleftharpoons CO + H_2O$$

a) Ta có: $\Delta H^0_{298(pư)} = \left[\Delta^0_{298(CO)} + \Delta H^0_{298(H_2O)}\right] - \left[\Delta^0_{298(CO_2)} + \Delta H^0_{298(H_2)}\right]$

$$= (-110,5 - 241,8) - (-393,5) = 41,2 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta S^0_{298(pư)} = \left[S^0_{298(CO)} + S^0_{298(H_2O)}\right] - \left[S^0_{298(CO_2)} + S^0_{298(H_2)}\right]$$

$$= (197,9 + 188,7) - (213,6 + 131,0) = 42 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^0_{298(pư)} = \Delta H^0_{298(pư)} - T\Delta S^0_{298(pư)} = 41200 - 298 \times 42 = 28684 \text{ J/mol}$$

Vì $\Delta G^0_{299(pư)} > 0$ nên phản ứng không tự xảy ra theo chiều thuận ở 25^0C.

b) Áp dụng công thức: $\dfrac{\Delta G_{T_2}}{T_2} = \dfrac{\Delta G_{T_1}}{T_1} + \Delta H^0\left(\dfrac{1}{T_2} - \dfrac{1}{T_1}\right)$

$$\Rightarrow \Delta G^0_{1273} = 1273\left[\frac{28684}{298} + 41200\left(\frac{1}{1273} - \frac{1}{298}\right)\right] = -12,266 \text{ J/mol}$$

Vì $\Delta G^0_{1273} < 0 \Rightarrow$ phản ứng tự xảy ra theo chiều thuận ở 1000^0C.

c) Để phản ứng tự xảy ra theo chiều thuận thì:

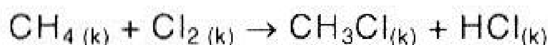
$$\Delta G^0_T = \Delta H^0 - T\Delta S^0 < 0$$

$$\Rightarrow \quad T > \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0} = \frac{41200}{42} = 980{,}95^0K$$

$$\Rightarrow \quad t_C^0 = 980{,}95 - 278 = 707{,}95^0C.$$

BÀI TẬP TỰ GIẢI

8. Xác định hiệu ứng nhiệt của phản ứng:

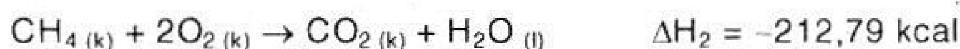


$$CH_{4\,(k)} + Cl_{2\,(k)} \rightarrow CH_3Cl_{(k)} + HCl_{(k)}$$

Cho biết hiệu ứng nhiệt của các phản ứng sau đây:



$H_{2\,(k)} + \frac{1}{2}O_{2\,(k)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ $\qquad \Delta H_1 = -68{,}32$ kcal



$CH_{4\,(k)} + 2O_{2\,(k)} \rightarrow CO_{2\,(k)} + H_2O_{(l)}$ $\qquad \Delta H_2 = -212{,}79$ kcal



$\frac{1}{2}H_{2\,(k)} + \frac{1}{2}Cl_{2\,(k)} \rightarrow HCl_{(k)}$ $\qquad \Delta H_3 = -22{,}06$ kcal

A. –24,kcal $\qquad$ B. –20 kcal

C. –24,59 kcal $\qquad$ D. Tất cả đều sai.

9. Cho phản ứng: $A_{(k)} + B_{(k)} \rightleftharpoons AB_{(k)}$

– Ở 25^{0}C hằng số cân bằng của phản ứng $K_1 = 1{,}8.10^3$.

– Ở 40^{0}C hằng số cân bằng của phản ứng $K_2 = 3{,}45.10^{-3}$.

Biết ΔH^0 và ΔS^0 thay đổi không đáng kể trong khoảng nhiệt độ trên. Hãy tính biến thiên entanpi ΔH^0 và entropi ΔS^0 trong khoảng nhiệt độ trên.

10. Tính hiệu ứng nhiệt của phản ứng: $C_2H_{4\,(k)} + H_{2\,(k)} \rightarrow C_2H_{6\,(k)}$

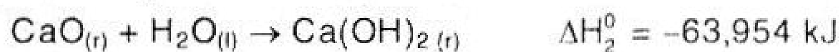
Cho biết: $E_{(H-H)} = 435{,}14$ kJ/mol $\qquad E_{(C=C)} = 615$ kJ/mol

$E_{(C-C)} = 347{,}27$ kJ/mol $\qquad E_{(C-H)} = 414{,}22$ kJ/mol.

11. Tính nhiệt tạo thành chuẩn của $Ca(OH)_2$ từ những kết quả sau:



$H_{2\,(k)} + \frac{1}{2}O_{2\,(k)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ $\qquad \Delta H_1^0 = -285{,}49$ kJ



$CaO_{(r)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2\,(r)}$ $\qquad \Delta H_2^0 = -63{,}954$ kJ

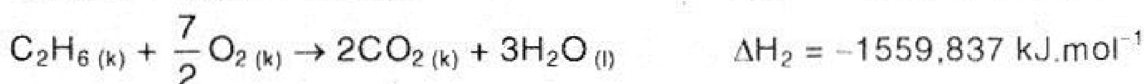


$Ca_{(r)} + \frac{1}{2}O_{2\,(k)} \rightarrow CaO_{(r)}$ $\qquad \Delta H_3^0 = -634{,}524$ kJ.

12. Cho các dữ kiện sau:



$C_2H_{4\,(k)} + H_{2\,(k)} \rightarrow C_2H_{6\,(k)}$ $\qquad \Delta H_1 = -136{,}951$ kJ.mol^{-1}



$C_2H_{6\,(k)} + \frac{7}{2}O_{2\,(k)} \rightarrow 2CO_{2\,(k)} + 3H_2O_{(l)}$ $\qquad \Delta H_2 = -1559{,}837$ kJ.mol^{-1}



$C_{(r)} + O_{2\,(k)} \rightarrow CO_{2\,(k)}$ $\qquad \Delta H_3 = -393{,}514$ kJ.mol^{-1}



$H_{2\,(k)} + \frac{1}{2}O_{2(k)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ $\qquad \Delta H_4 = -285{,}838$ kJ.mol^{-1}.

Hãy xác định:

a) Nhiệt tạo thành của etylen (ΔH_{tt}).

b) Nhiệt đốt cháy của etylen (ΔH_{dc}).

13. Từ hệ thức: $\Delta G^0 = -RTlnK$ và phương trình: $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$

a) Lập biểu thức $\ln\frac{K_2}{K_1}$

- Trong đó K_1, K_2 lần lượt là hằng số của phản ứng ở nhiệt độ thấp, nhiệt độ cao.

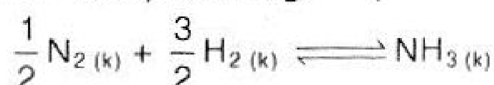
- Khi ΔH^0 và ΔS^0 không thay đổi theo nhiệt độ.

b) Áp dụng cho phản ứng: $NO_{(k)} + \frac{1}{2}O_{2\,(k)} \rightleftharpoons NO_{2\,(k)}$

Biết $\Delta H^0 = -56{,}484$ kJ và $K_p = 1{,}3.10^6$ ở 25^0C.

Tính K_p ở 325^0C.

c) Tính ΔH^0 của phản ứng:



$$\frac{1}{2}N_{2\,(k)} + \frac{3}{2}H_{2\,(k)} \rightleftharpoons NH_{3\,(k)}$$

Biết K_p ở 400^0C là $1{,}3.10^{-2}$ và ở 500^0C là $3{,}8.10^{-3}$.

14. Tính năng lượng liên kết trung bình C–H và C–C từ các kết quả thực nghiệm sau:

Nhiệt đốt cháy CH_4:	$\Delta H_1 =$	–801,7 kJ/mol
Nhiệt đốt cháy C_2H_6:	$\Delta H_2 =$	–1412,7 kJ/mol
Nhiệt đốt cháy H_2:	$\Delta H_3 =$	–241,5 kJ/mol
Nhiệt đốt cháy than chì:	$\Delta H_4 =$	–393,4 kJ/mol
Nhiệt hoá hơi than chì:	$\Delta H_5 =$	715,0 kJ/mol
Năng lượng liên kết H–H:	$\Delta H_6 =$	431,5 kJ/mol

Các kết quả đều đo được ở 298^0K và 1 atm.

15. Khi 1 mol nước hoá hơi ở điểm sôi, ở áp suất cố định là 101325 Pa, nó hấp thụ một lượng nhiệt là 40,58 kJ. Sự thay đổi thể tích khi chuyển từ thể lỏng sang thể hơi sinh ra một công.

Tính ΔU của quá trình chuyển hoá này, biết thể tích mol của nước lỏng là 0,019 lít ở 373^0K.

16. Cho biết nhiệt tạo thành tiêu chuẩn, entropi tiêu chuẩn của từng chất dưới đây:

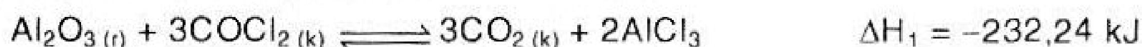


$$CH_3OH_{(l)} + \frac{3}{2}O_{2\,(k)} \rightarrow CO_{2\,(k)} + 2H_2O_{(k)}$$

ΔH^0_{298} (kJ/mol^{-1})	–238,66	0	–393,51	–241,82
S^0_{298} (J.K^{-1}.mol^{-1})	126,80	205,03	213,63	188,72

Tính hiệu ứng nhiệt đẳng áp phản ứng, hiệu ứng nhiệt đẳng tích phản ứng, biến thiên entropi phản ứng, biến thiên thế đẳng áp phản ứng ở điều kiện tiêu chuẩn.

17. Xác định nhiệt hình thành 1 mol $AlCl_3$ khi biết:



$$Al_2O_{3\,(r)} + 3COCl_{2\,(k)} \rightleftharpoons 3CO_{2\,(k)} + 2AlCl_3 \qquad \Delta H_1 = -232,24\ kJ$$



$$CO_{(k)} + Cl_{2\,(k)} \rightleftharpoons COCl_{2\,(k)} \qquad \Delta H_2 = -112,40\ kJ$$



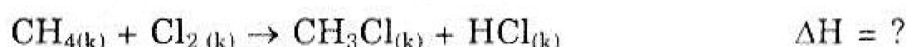
$$2Al_{(r)} + \frac{3}{2}O_{2\,(k)} \rightleftharpoons Al_2O_{3\,(r)} \qquad \Delta H_3 = -1668,20\ kJ$$

Nhiệt hình thành của CO = –110,40 kJ/mol

Nhiệt hình thành của CO_3 = –393,13 kJ/mol.

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

8. Đáp số đúng: C



$$CH_{4(k)} + Cl_{2\,(k)} \rightarrow CH_3Cl_{(k)} + HCl_{(k)} \qquad \Delta H = ?$$

$$\Delta' H_4 = -\Delta H_4 \text{ và } \Delta' H_1 = -\Delta H_1$$

$$\Delta H = \Delta H_2 + \Delta' H_4 + \Delta' H_1 + 2\Delta H_3 = -24,59\ kcal.$$

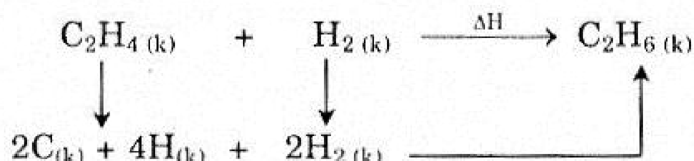
9. $\Delta G^0 = -RT\ln K \Rightarrow \ln K = -\dfrac{\Delta G^0}{RT} = -\dfrac{\Delta H^0}{RT} + \dfrac{\Delta S^0}{R}$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{K_2}{K_2}\right) = \frac{\Delta H^0}{R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_2T_1}\right) \Rightarrow \Delta H^0 = R\ln\left(\frac{K_2}{K_1}\right)\frac{T_2T_1}{T_2 - T_1}$$

$$\Delta H^0 = 8,314\ln\frac{3,45.10^3}{1,8.10^3} \times \frac{298,15 \times 313,15}{313,15 - 298,15} \Rightarrow \Delta H^0 = 33,67\ kJ$$

$$\Delta S^0 = R\ln K_1 + \frac{\Delta H^0}{T_1} = 175,2\ J.mol^{-1}.K^{-1}.$$

10. Ta xây dựng chu trình sau:

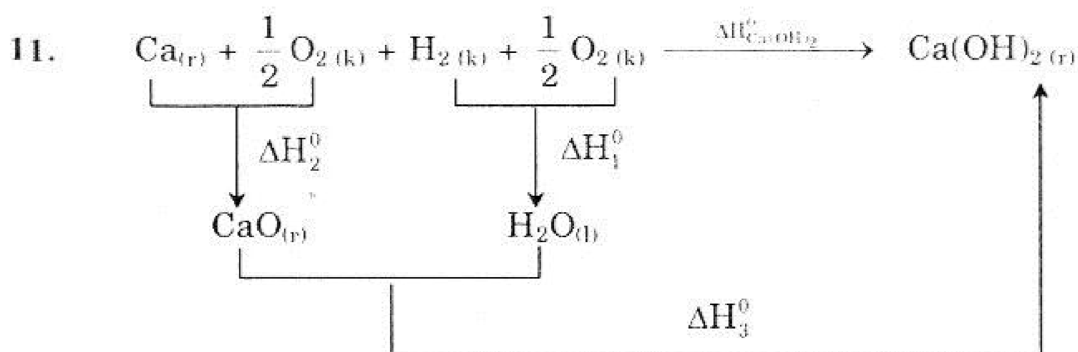


Từ chu trình suy ra:

$$\Delta H = 4E_{C-H} + E_{C=C} + E_{H-H} - 6E_{C-H} - E_{C-C}$$

$$\Delta H = E_{C=C} + E_{H-H} - 2E_{C-H} - E_{C-C} = -125,52\ kJ/mol.$$

11.



$$\Delta H^0_{Ca(OH)_2} = \Delta H_1^0 + \Delta H_2^0 + \Delta H_3^0 = -285,494 + (-63,954) + (-634,524)$$

$$= -983,972 \text{ kJ/mol.}$$

12. a) Phương trình phản ứng hình thành C_2H_4:



$$2C_{(r)} + 2H_{2(k)} \rightarrow C_2H_{4(k)} \qquad (*) \qquad \Delta H_{ht}$$

Ta có: $(*) = 2c + 3d - a - b$

Vậy: $\Delta H_{ht} = 2.\Delta H_c + 3.\Delta H_d - \Delta H_a - \Delta H_b = 52,246 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

b) Phương trình phản ứng đốt cháy C_2H_4:



$$C_2H_{4(k)} + 3O_{2(k)} \rightarrow 2CO_{2(k)} + 2H_2O_{(l)} \qquad (**) \quad \Delta H_{dc}$$

Ta có: $(**) = a + b - d$

$$\Delta H_{dc} = \Delta H_{dc} + \Delta H_a + \Delta H_b - \Delta H_d = -1410,95 \text{ kJ.mol}^{-1}.$$

13. a) $$\ln K = -\frac{\Delta G^0}{RT} = -\frac{\Delta H^0}{RT} + \frac{\Delta S^0}{R}$$

$$\ln K_1 = -\frac{\Delta H^0}{RT_1} + \frac{\Delta S^0}{R}; \quad \ln K_2 = -\frac{\Delta H^0}{RT_2} + \frac{\Delta S^0}{R}$$

$$\ln K_2 = -\frac{\Delta H^0}{RT_2} + \frac{\Delta S^0}{R}$$

$$\ln\frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta H^0}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) \text{ hay } \lg\frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta H^0}{2,303R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

b) Áp dụng: Thay các giá trị K, ΔH^0, R vào biểu thức, ta có:

$$\lg\frac{K_{325}}{K_{25}} = \frac{56484}{2,303 \times 8,314}\left(\frac{1}{598} - \frac{1}{298}\right)$$

$$\lg\frac{K_{325}}{1,3.10^6} = \frac{56484}{2,303 \times 8,314}\left(\frac{1}{598} - \frac{1}{298}\right)$$

$$\lg K_{325} = 1,147 \Rightarrow K_{325} = 14$$

$$K_{p(325)} = \frac{P_{NO_2}}{P_{NO}.P_{O_2}^{\frac{1}{2}}} = 14.$$

c) Tương tự ta có: $\lg\frac{3,8.10^{-3}}{1,3.10^{-2}} = -\frac{\Delta H^0}{2,203\times 8,314}\left(\frac{1}{773}-\frac{1}{673}\right)$

$\Delta H^0 = -53,136$ kJ.

14. Xếp các quá trình trên lại như sau:


$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad \Delta H_1$


$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2 \qquad -2\Delta H_3$


$CO_2 \rightarrow C_{(r)} + O_2 \qquad -\Delta H_4$


$C_{(r)} \rightarrow C_{(k)} \qquad \Delta H_5$


$2H_2 \rightarrow 4H \qquad 2\Delta H_6$


$CH_4 \rightarrow C_{(k)} + 4H \qquad \Delta H$

Ta có: $\Delta H = 4E_{C-H} = \Delta H_1 - 2\Delta H_3 - \Delta H_3 + \Delta H_5 + 2\Delta H_6$

$4E_{C-H} = -801,7 + 2\times241,5 + 393,4 + 715 + 2\times431,5 = 1652,7$ kJ/mol

$E_{C-H} = 413,175$ kJ/mol.


$C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O \qquad \Delta H_2$


$3H_2O \rightarrow 3H_2 + \frac{3}{2}O_2 \qquad -3\Delta H_3$


$2CO_2 \rightarrow 2C_{(r)} + 2O_2 \qquad -2\Delta H_4$


$2C_{(r)} \rightarrow 2C_{(k)} \qquad 2\Delta H_5$


$3H_2 \rightarrow 6H \qquad 3\Delta H_6$


$C_2H_6 \rightarrow 2C_{(k)} + 6H \qquad \Delta H$

Ta có: $\Delta H = E_{C-C} + 6E_{C-H} = \Delta H_2 - 3\Delta H_3 - 2\Delta H_4 + 2\Delta H_5 + 3\Delta H_6$

$E_{C-C} + 6E_{C-H} = -1412,7 + 3\times 241,5 + 2\times393,4 + 2\times715 + 3\times431,5$

$= 2823,1$ kJ/mol

$E_{C-C} = 2823,1 - 6\times 413,175 = 344,05$ kJ/mol.

15.


$H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(h)} \qquad \Delta H = 40,58$ kJ

Thể tích 1 mol hơi nước ở 373^0K

$$\frac{22,4\times 373}{273} = 30,605 \text{ lít}$$

$\Delta V = 30,605 - 0,019 = 30,586$ lít

$\Delta U = \Delta H - p\Delta V = 40,58 - (0,101325\times 30,586) = 37,481$ kJ.

16. Hiệu ứng nhiệt đẳng áp của phản ứng:

$Q_P = \Delta H = [-393,51 + 2\times(-241,82)] - [-238,66] = -638,49$ kJ.

Hiệu ứng nhiệt đẳng tích của phản ứng:

$$Q_V = \Delta U = \Delta H - RT\Delta n$$
$$= -638,49 - 8,314 \times 10^{-3} \times 298 \times (3 - 1,5) = -642,20 \text{ kJ}.$$

Biến thiên entropi của phản ứng:

$$\Delta S = \left[213,63 + (2 \times 188,72)\right] - \left[(1,5 \times 205,03) + 126,8\right]$$
$$= +156,73 \text{ J.K}^{-1}.$$

Biến thiên thế đẳng áp của phản ứng:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -638,49 - 298 \times 156,73.10^{-3} = -685,20 \text{kJ}.$$

17. Phương trình phản ứng:



$$Al_{(r)} + \frac{3}{2}Cl_{2\,(r)} \rightleftharpoons AlCl_{3\,(r)}$$

Ta có các quá trình sau:



$$Al_2O_{3\,(r)} + 3COCl_{2\,(k)} \rightleftharpoons 3CO_{2\,(k)} + 2AlCl_3 \qquad \Delta H_1$$



$$3CO_{(k)} + 3Cl_{2\,(k)} \rightleftharpoons 3COCl_{2\,(k)} \qquad 3\Delta H_2$$



$$2Al_{(r)} + \frac{3}{2}O_{2\,(k)} \rightleftharpoons Al_2O_{3\,(k)} \qquad \Delta H_3$$



$$3C + \frac{3}{2}O_{2\,(k)} \rightleftharpoons 3CO_{(k)} \qquad 3\Delta H_4$$



$$3CO_{2\,(k)} \rightleftharpoons 3C + 3O_{2\,(k)} \qquad 3(-\Delta H_5)$$



$$2Al_{(r)} + 3Cl_{2(k)} \rightleftharpoons 2AlCl_{3\,(r)} \qquad 2\Delta H_x$$

$$2\Delta H_x = \Delta H_1 + 3\Delta H_2 + \Delta H_3 + 3\Delta H_4 + 3(-\Delta H_5)$$
$$= -232,24 + 3(-112,40) + (-1668,20) + 3(-110,40) + 3(393,13)$$
$$= -1389,45 \text{ kJ}.$$

Vậy nhiệt hình thành 1 mol $AlCl_3$:

$$\Delta H_x = -1389,45 : 2 = -694,725 \text{ kJ/mol}.$$

CHƯƠNG 6

NHÓM HALOGEN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NHỚ

I. Một số đặc điểm của nhóm VIIA

1. Các nguyên tố trong nhóm VIIA

– Nhóm VIIA của hệ thống tuần hoàn gồm các nguyên tố flo, clo, iot, atatin. Chúng có tên halogen nghĩa là "tạo muối", do khả năng hoá hợp với các kim loại kiềm tạo ra muối điển hình, ví dụ NaCl. Tên của mỗi nguyên tố lại bộc lộ tính chất nổi bật của chúng. *Ví dụ:* brom là hôi, iot là màu tím.

Tên các nguyên tố	Trạng thái vật lí ở điều kiện thường	Số oxi hoá
Flo	Khí màu lục nhạt	–1
Clo	Khí màu vàng lục	–1, +1, +3, +5, +7
Brom	Lỏng màu đỏ nâu	–1, +1, +3, +5, +7
Iot	Tinh thể màu tím đen (thăng hoa)	–1, +1, +3, +5, +7
Atatin	Tinh thể màu xanh đen	+1, +3, +5, +7

2. Cấu tạo nguyên tử của các nguyên tố trong nhóm VIIA

– Nguyên tử của các halogen đều có 7 electron ở lớp ngoài cùng ($ns^2\ np^5$) là những phi kim điển hình. Khuynh hướng mạnh của chúng là kết hợp thêm 1 electron để bão hoà lớp electron ngoài cùng, tạo dễ dàng một anion X^- rất bền: $X + e \longrightarrow X^-$

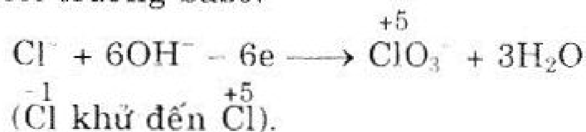
– Các halogen có tính oxi hoá mãnh liệt và thực tế cho thấy chúng dễ dàng liên kết điện hoá với các kim loại và luôn oxi hoá các kim loại đến hoá trị cực đại.

– Các halogen thể hiện những mức độ oxi hoá khác nhau rõ rệt khi đi từ flo đến iot, mỗi halogen đẩy được halogen đứng sau nó ra khỏi muối halogenua, flo luôn luôn có mức oxi hoá –1 trong các hợp chất của nó, vì trong tất cả các nguyên tố nó có độ âm điện cao nhất (trong cấu tạo nguyên tử không có phân mức d). Các halogen còn lại thể hiện mức oxi hoá khác nhau từ –1 đến +7.

– Khả năng khử của các ion tích điện âm, có điện tích như nhau tăng lên theo sự tăng bán kính nguyên tử, trong nhóm halogen ion I^- có khả năng khử lớn hơn so với ion Br^- và Cl^-, còn F^- thì thể hiện tính khử yếu.

– Khả năng khử của các ion còn phụ thuộc vào môi trường:

• Môi trường bazơ:



$$Cl^- + 6OH^- - 6e \longrightarrow \overset{+5}{Cl}O_3^- + 3H_2O$$

($\overset{-1}{Cl}$ khử đến $\overset{+5}{Cl}$).

• Với môi trường axit khử đến số oxi hoá bằng 0:



$$16HCl + 2KMnO_4 \longrightarrow 5Cl_2 + 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O$$

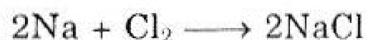
II. Tính chất hoá học của halogen

1. Tác dụng với đơn chất

a) Phản ứng với kim loại

– Các halogen hoạt động hoá học mạnh do phân tử của chúng phân li tương đối dễ dàng thành nguyên tử, nguyên tử có tính chất hoá học rất mạnh.

– Phản ứng kết hợp halogen với kim loại xảy ra đặc biệt nhanh và thoát ra nhiệt lượng lớn:



$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$$

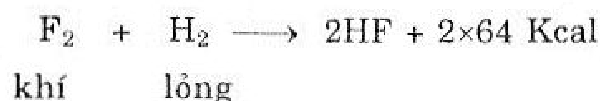
– Khi kết hợp với kim loại, các halogen oxi hoá các kim loại đến hoá trị cực đại của kim loại.



$$2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2FeCl_3$$

b) Phản ứng với phi kim

– Phản ứng quan trọng nhất là phản ứng với hiđro, flo phản ứng với hiđro ngay ở nhiệt độ rất thấp, phản ứng phát nổ và tỏa năng lượng lớn, nhiệt độ cao đến 4500^0C.



$$\underset{\text{khí}}{F_2} + \underset{\text{lỏng}}{H_2} \longrightarrow 2HF + 2 \times 64 \text{ Kcal}$$

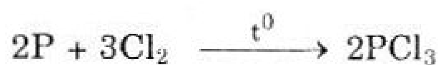
– Hỗn hợp $Cl_2 + H_2$, thể tích mỗi khí bằng nhau, đưa ngoài ánh nắng dễ nổ.



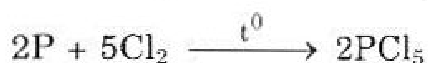
$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

– Cl_2, Br_2 và I_2 không phản ứng trực tiếp với O_2, N_2, C.

– Phản ứng với P, S.



$$2P + 3Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2PCl_3$$



$$2P + 5Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2PCl_5$$



$$2S + Cl_2 \xrightarrow{t^0} S_2Cl_2$$



$$S + 3Cl_2 + 4H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 6HCl$$

(Nước clo đem đun sôi với P, oxi hoá được P đến hoá trị cực đại H_3PO_4).

2. Tác dụng với hợp chất

a) Phản ứng với nước



Nước bị flo phân hủy: $2F_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HF + O_2$

Clo, brom và iot phân hủy nước theo một cách phức tạp hơn, nó thay thế khó khăn hiđro của nước:



$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO$$



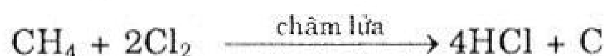
$$HClO \longrightarrow HCl + O$$



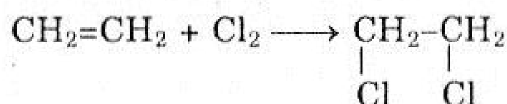
$$2O \longrightarrow O_2$$

b) Phản ứng với hợp chất hữu cơ và amoniac

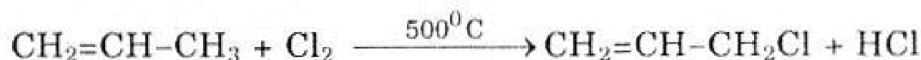
– Phản ứng với chất hữu cơ như hiđrocacbon, clo có thể cho các phản ứng hủy, cộng và thế:



$$CH_4 + 2Cl_2 \xrightarrow{\text{châm lửa}} 4HCl + C$$



$$CH_2{=}CH_2 + Cl_2 \longrightarrow \underset{Cl}{CH_2}-\underset{Cl}{CH_2}$$



$$CH_2{=}CH{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{500^0C} CH_2{=}CH{-}CH_2Cl + HCl$$



$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ánh sáng}} CH_3Cl + HCl$$

– Phản ứng với amoniac:



$$3Cl_2 + 2NH_3 \longrightarrow N_2 + 6HCl$$



và $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

c) Phản ứng với axit

– Là chất oxi hoá khi tác dụng với các axit có tính khử mạnh:



$$H_2S + I_2 \longrightarrow 2HI + S\downarrow$$



$$2HI + Br_2 \longrightarrow 2HBr + I_2$$

– Khi tác dụng với dung dịch HNO_3, flo thể hiện tính oxi hoá mạnh:



$$F_2 + HNO_3 \longrightarrow HF + FONO_2$$

d) Phản ứng với dung dịch bazơ

Các halogen là chất khử hoặc tự oxi hoá-khử:



$$Cl_2 + 2NaOH \longrightarrow NaClO + NaCl + H_2O$$



$$2Cl_2 + 2Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca(ClO)_2 + CaCl_2 + 2H_2O$$



$$3Cl_2 + 6KOH_{dd} \xrightarrow{t^0} KClO_3 + 5KCl + 3H_2O$$



$$Cl_2 + Ca(OH)_{2\,\text{khô}} \longrightarrow CaOCl_2 + H_2O$$



$$Br_2 + 2Fe(OH)_2 + 2NaOH \longrightarrow 2Fe(OH)_3 + 2NaBr$$

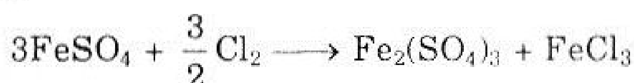
e) Phản ứng với dung dịch muối

– Halogen mạnh đẩy halogen yếu hơn ra khỏi dung dịch muối



$$Cl_2 + 2KBr \longrightarrow 2KCl + Br_2$$

– Khi phản ứng với các dung dịch muối, các halogen thể hiện vai trò chất oxi hoá mạnh:



$$3FeSO_4 + \frac{3}{2}Cl_2 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + FeCl_3$$



$$2FeCl_2 + Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2FeCl_3$$



$$Na_2SO_3 + Br_2 + H_2O \longrightarrow 2HBr + Na_2SO_4$$



$$KNO_3 + F_2 \longrightarrow KF + FNO_3$$



$$AgNO_3 + I_2 \longrightarrow AgI\downarrow + INO_3$$



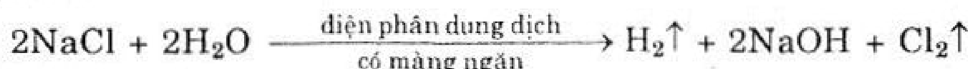
$$Na_2S_2O_3 + 4Cl_2 + 5H_2O \longrightarrow 2NaHSO_4 + 8HCl$$

Natri thiosunfat

III. Điều chế halogen

1. Điện phân có màng ngăn dung dịch muối halogenua của kim loại kiềm

Flo, clo có độ âm điện cao, nên chỉ có thể điều chế được từ các hợp chất bằng điện phân:



$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{có màng ngăn}]{\text{điện phân dung dịch}} H_2\uparrow + 2NaOH + Cl_2\uparrow$$

Cl_2 ngày nay được điều chế một lượng lớn bằng phương pháp điện phân dung dịch muối NaCl hoặc KCl.

2. Từ axit HX

• Trong phòng thí nghiệm, người ta điều chế clo:



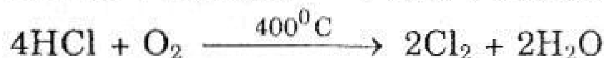
$$4HCl + MnO_2 \longrightarrow Cl_2\uparrow + 2H_2O + MnCl_2$$



$$16HCl + 2KMnO_4 \longrightarrow 5Cl_2 + 2MnCl_2 + 2KCl + 8H_2O$$



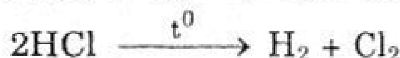
$$14HCl + K_2Cr_2O_7 \longrightarrow 3Cl_2 + 2CrCl_3 + 2KCl + 7H_2O$$



$$4HCl + O_2 \xrightarrow{400^0C} 2Cl_2 + 2H_2O$$



$$2HCl + O_3 \longrightarrow Cl_2 + O_2 + H_2O$$



$$2HCl \xrightarrow{t^0} H_2 + Cl_2$$



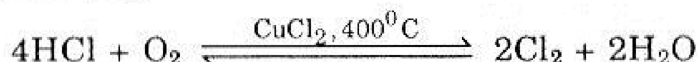
$$4HCl + Na_2O_2 \longrightarrow 2NaCl + Cl_2 + 2H_2O$$



$$4HCl + PbO_2 \longrightarrow PbCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

Tương tự ta có thể điều chế clo từ axit HCl với $KClO_3$.

• Oxi ở điều kiện thường không tác dụng rõ rệt với HCl, nhưng nếu cho HCl và O_2 qua ống có chứa viên đá bọt $CuCl_2$ để làm chất xúc tác ở 400°C thì xảy ra phản ứng:



$$4HCl + O_2 \xrightleftharpoons{CuCl_2,\ 400^0C} 2Cl_2 + 2H_2O$$

Clo thoát ra khoảng 80%. Trước đây phản ứng này được dùng để sản xuất clo trong công nghiệp.

IV. Các hợp chất của halogen

1. Các hiđro halogenua

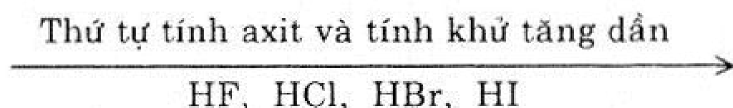
a) Tính chất hoá học

– Các hiđro halogenua có công thức chung HX, rất dễ hoà tan trong nước thành dung dịch axit, điện li hoàn toàn trong dung dịch thể hiện tính axit mạnh (trừ HF).



$$HX + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + X^-$$

– Hai tính chất hoá học chủ yếu là tính axit và tính khử:



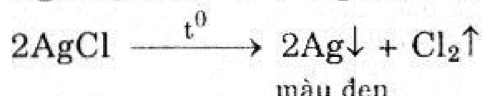
Thứ tự tính axit và tính khử tăng dần

HF, HCl, HBr, HI

– Để nhận biết các ion X^- người ta thường dùng dung dịch $AgNO_3$ để tạo kết tủa AgCl (màu trắng); AgBr (màu vàng nhạt) và AgI (màu vàng da cam) tất cả các muối đều hoá đen khi chiếu sáng:



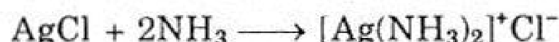
$$AgNO_3 + Cl^- \longrightarrow AgCl\downarrow + NO_3^-$$



$$2AgCl \xrightarrow{t^0} \underset{\text{màu đen}}{2Ag\downarrow} + Cl_2\uparrow$$

– Hầu hết các muối clorua đều tan trừ : $PbCl_2$; CuCl; Hg_2Cl_2; AgCl. Tính tan của bromua và iođua tương tự như clorua.

Lưu ý : Muối AgF tan trong nước, AgCl tan trong nước amoniac.



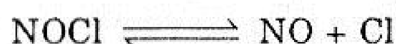
$$AgCl + 2NH_3 \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]^+Cl^-$$

– Trong dãy HF – HCl – HBr – HI, độ dài liên kết tăng lên và năng lượng liên kết giảm xuống làm cho độ bền nhiệt của phân tử giảm xuống mạnh: HF chỉ phân hủy rõ rệt thành đơn chất ở trên 3500°C trong khi ở 1000°C độ phân hủy HCl là 0,014% của HBr là 0,5% và của HI là 33%.

– Hỗn hợp 3 thể tích HCl đặc và 1 thể tích HNO_3 đặc được gọi là nước cường toan (hay cường thủy) có khả năng hoà tan được bạch kim và vàng



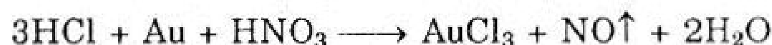
$$3HCl + HNO_3 \rightleftharpoons 2Cl + NOCl + 2H_2O$$



$$NOCl \rightleftharpoons NO + Cl$$



$$Au + 3Cl \longrightarrow AuCl_3$$



$$3HCl + Au + HNO_3 \longrightarrow AuCl_3 + NO\uparrow + 2H_2O$$

– Tính chất hoá học riêng của HF.

Dung dịch HF có tính chất riêng khác hẳn với các dung dịch axit khác: nó tác dụng được với thạch anh và các chất chứa Si (như thủy tinh ...). Do có ái lực lớn của flo với Si mà có phản ứng trao đổi:



$$4HF + SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{(Khí)}}{SiF_4\uparrow} + 2H_2O$$

Phản ứng này dùng để khắc thủy tinh ...

b) Điều chế HX

(1) Phương pháp tổng hợp

Phương pháp này dựa vào ái lực mạnh của halogen với hiđro.



$$X_2 + H_2 \longrightarrow 2HX + Q$$

Ở 18°C xác định được:

HX:	HF	HCl	HBr	HI
Q:	+64 kcal	+22,06 kcal	+8,65 kcal	–5,91 kcal

Phương pháp này áp dụng tốt với HF và HCl.

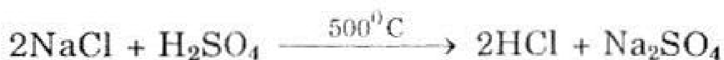
(2) Phương pháp axit tác dụng với các muối halogenua (Phương pháp "sunfat" cổ điển)

– Đối với HF, đây là phương pháp duy nhất để điều chế nó, đi từ CaF_2:



$$CaF_2 + H_2SO_{4\,\text{đặc}} \xrightarrow{250^0C} 2HF\uparrow + CaSO_4$$

– Đối với HCl:



$$2NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{500^0C} 2HCl + Na_2SO_4$$



$$NaCl + H_2SO_{4\,\text{đặc}} \xrightarrow{250^0C} HCl + NaHSO_4$$

Lưu ý : Chúng ta không áp dụng được phương pháp này để điều chế HBr, HI vì H_2SO_4 đặc, nóng là chất oxi hoá mạnh, còn HBr, HI là hai chất khử.



$$NaBr + H_2SO_{4\,\text{đặc}} \xrightarrow{t^0} NaHSO_4 + HBr$$



$$2HBr + H_2SO_4 \longrightarrow SO_2 + 2H_2O + Br_2$$

(3) Phương pháp thủy phân halogenua photpho



$$PX_3 + 3H_2O \longrightarrow 3HX\uparrow + H_3PO_3$$

(Phương pháp này thích hợp để điều chế HBr, HI)

(4) Phương pháp halogen tác dụng với hợp chất chứa hiđro



$$X_2 + RH \longrightarrow RX + HX$$

Phương pháp này thích hợp để điều chế HBr, HI.



$$I_2 + H_2S \longrightarrow \underset{\text{tan}}{2HI} + S\downarrow$$

2. Các oxit của halogen

- Mỗi halogen tạo ra được không phải một mà một số oxit.
- Tất cả các oxit của halogen đều có một số tính chất chung là:

– Có tính chất rất không bền và oxi hoá mãnh liệt.

– Phải điều chế gián tiếp.

a) Các oxit của clo là phong phú nhất và cũng quan trọng nhất

Tên oxit	*Tính chất hoá học*	*Điều chế*
Cl_2O (Anhiđrit hipoclorơ)	$Cl_2O + H_2O \longrightarrow 2HClO$	$2Cl_2 + HgO \xrightarrow{0^oC} HgCl_2 + Cl_2O$
ClO_2 (Peoxit clo)	$2ClO_2 + H_2O \longrightarrow HClO_2 + HClO_3$	$KClO_3 + H_2SO_{4\,đ} \xrightarrow{t^o} KHSO_4 + HClO_3$ $3HClO_3 \longrightarrow HClO_4 + 2ClO_2 + H_2O$
Cl_2O_7 (Anhiđrit pecloric)	$Cl_2O_7 + H_2O \longrightarrow 2HClO_4$	$P_2O_5 + 2HClO_4 \longrightarrow 2HPO_3 + Cl_2O_7$

b) Các oxit của brom, iot và flo

- Brom tạo được 2 oxit Br_2O và BrO_2 tính chất hoá học và điều chế giống với hai oxit Cl_2O và ClO_2.
- Iốt cho một số oxit, đứng đầu là I_2O_5 không có oxit I_2O_7.
- Flo cho một số oxit, đáng chú ý nhất là F_2O, nó khác với Cl_2O về cấu tạo:



$$\overset{-1}{F_2}\overset{+2}{O} \qquad \overset{+1}{Cl_2}\overset{-2}{O}$$

Vậy nó không phải là một anhiđrit, không hoá hợp với nước tạo một axit nào.

3. Các oxiaxit của halogen

Flo không cho một oxiaxit nào.

Clo, brom, iot, cho một số oxiaxit sắp xếp được thành 4 nhóm:

	+1	+3	+5	+7
	HXO	HXO_2	HXO_3	HXO_4
Ví dụ :	$HClO$	$HClO_2$	$HClO_3$	$HClO_4$
	Axit hipoclorơ	Axit clorơ	Axit cloric	Axit pecloric

a) Axit hipoclorơ

– Axit hipoclorơ là axit rất yếu có $K = 2,5.10^{-8}$, không bền



$$CO_2 + H_2O + KClO \longrightarrow KHCO_3 + HClO$$



$$HClO \longrightarrow HCl + O$$

– Axit hipoclorơ có tính oxi hoá mãnh liệt (như nước clo)



$$4HClO + Pb\overset{-2}{S} \longrightarrow 4HCl + Pb\overset{+6}{S}O_4$$

– Muối hipoclorit MClO bền hơn axit HClO, lại có khả năng oxi hoá tương tự Cl_2 và dễ bị nhiệt phân



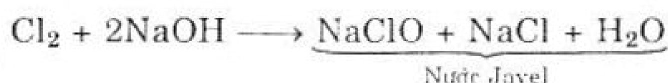
$$Na\overset{+1}{Cl}O + 2H\overset{-1}{Cl} \longrightarrow Na\overset{-1}{Cl} + H_2O + \overset{0}{Cl_2}$$



$$3NaClO \xrightarrow{70^0C} NaClO_3 + 2NaCl$$

(Phản ứng quan trọng để điều chế muối clorat)

– Nước Javel tẩy màu, khử độc được chính là nhờ tác dụng CO_2 của không khí giải phóng dần dần axit HClO :



$$Cl_2 + 2NaOH \longrightarrow \underbrace{NaClO + NaCl + H_2O}_{\text{Nước Javel}}$$



$$NaClO + CO_2 + H_2O \longrightarrow NaHCO_3 + HClO$$

b) Axit clorơ $HClO_2$

– Axit clorơ là axit mạnh hơn axit hipoclorơ có $K = 5.10^{-3}$ là axit có tính oxi hoá mạnh.

– Muối clorit của axit $HClO_2$ cũng có tính oxi hoá và bị thủy phân.

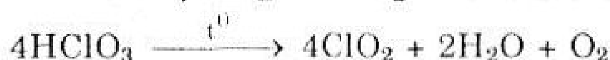


$$3NaClO_2 \xrightarrow{t^0} 2NaClO_3 + NaCl$$

– Điều chế axit $HClO_2$: $Ba(ClO_2)_2 + H_2SO_{4\,loãng} \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2HClO_2$

c) Axit cloric $HClO_3$

– Axit cloric là axit mạnh gần bằng các axit HCl, HNO_3... có tính oxi hoá:



$$4HClO_3 \xrightarrow{t^0} 4ClO_2 + 2H_2O + O_2$$

– Muối clorat bền hơn axit cloric, có tính oxi hoá, không bị thủy phân.



$$4MClO_3 \xrightarrow{t^0} 3MClO_4 + MCl$$

– Muối kali clorat ($KClO_3$) dùng làm thuốc nổ, diêm, điều chế O_2, chất oxi hoá, chất diệt cỏ ...



$$6P + 5KClO_3 \longrightarrow 3P_2O_5 + 5KCl$$



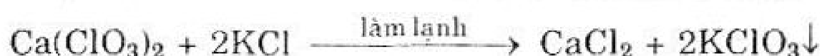
$$2KClO_3 \xrightarrow{MnO_2} 2KCl + 3O_2\uparrow$$

– Điều chế axit $HClO_3$: $3HClO \xrightarrow{t^0} HClO_3 + 2HCl$

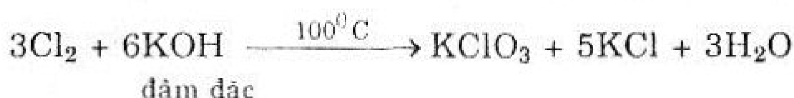
– Điều chế $KClO_3$:



$$6Cl_2 + 6Ca(OH)_2 \longrightarrow 5CaCl_2 + Ca(ClO_3)_2 + 6H_2O$$



$$Ca(ClO_3)_2 + 2KCl \xrightarrow{\text{làm lạnh}} CaCl_2 + 2KClO_3\downarrow$$



$$3Cl_2 + \underset{\text{đậm đặc}}{6KOH} \xrightarrow{100^0C} KClO_3 + 5KCl + 3H_2O$$

d) Axit pecloric $HClO_4$

– Axit pecloric là axit mạnh nhất trong tất cả các axit, các axit HCl, HNO_3 và H_2SO_4 đặc, nguội không có tác dụng gì với muối peclorat. Nó có tính oxi hoá, dễ bị nhiệt phân hoá:



$$2HClO_4 \xrightarrow{t^0} H_2O + Cl_2O_7$$

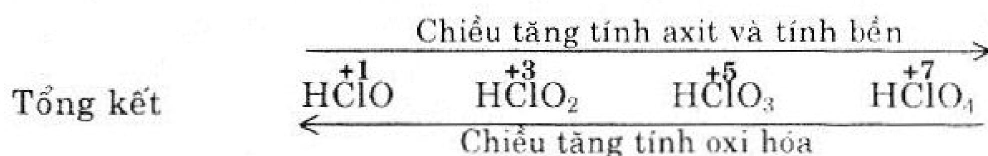
– Muối peclorat bền hơn axit pecloric, có tính oxi hoá, không bị thủy phân:

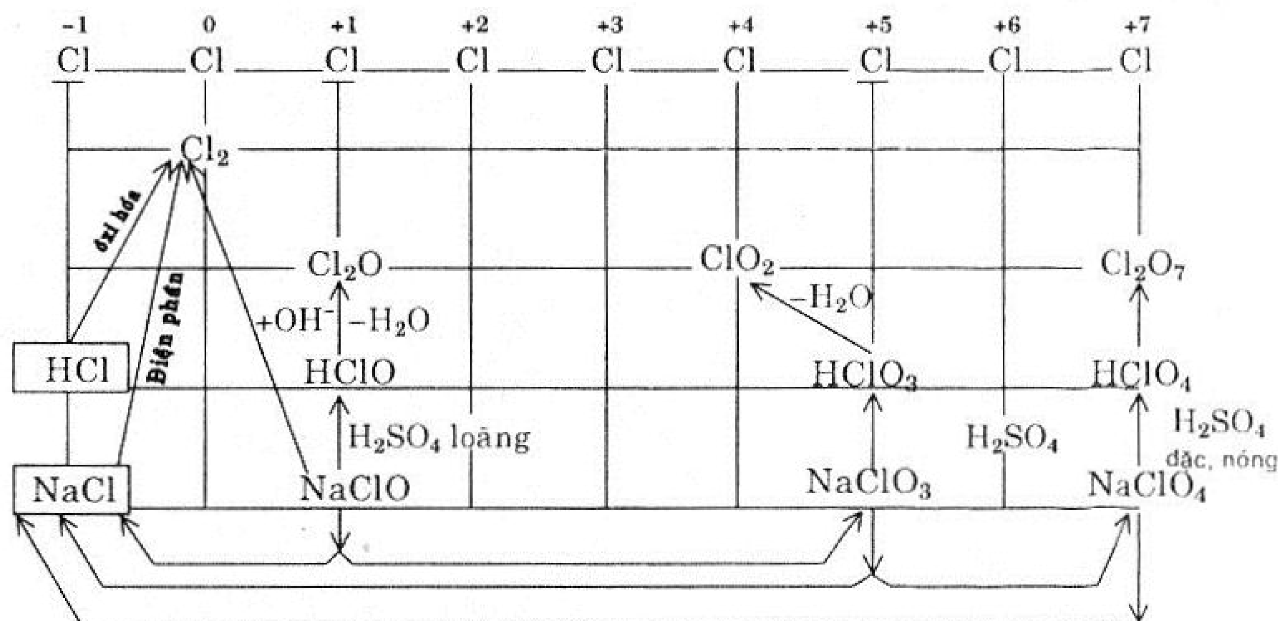


$$MClO_4 \xrightarrow{t^0} MCl + 2O_2$$

– Điều chế $HClO_4$: $KClO_4 + H_2SO_{4\ \text{đặc dư}} \xrightarrow{70^0C} KHSO_4 + HClO_4$

Tổng kết





Mối liên quan trong sự điều chế một số hợp chất quan trọng chứa oxi của clo

B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Cho các đơn chất A, B, C. Thực hiện phản ứng:



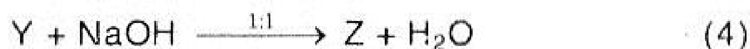
$$A + B \longrightarrow X \quad (1)$$



$$X + H_2O \longrightarrow NaOH + B\uparrow \quad (2)$$



$$B + C \longrightarrow Y\uparrow \quad (3)$$



$$Y + NaOH \xrightarrow{1:1} Z + H_2O \quad (4)$$

Cho 2,688 lít khí Y (đktc) qua dung dịch NaOH thì khối lượng chất tan bằng 2,22gam. Lập luận xác định A, B, C và hoàn thành phản ứng.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Theo (2) trong đó X có natri và phản ứng này H^+ của nước đóng vai trò oxi hoá nên: X: NaH; B: hiđro; A: natri.



$$Na + \frac{1}{2}H_2 \longrightarrow NaH \quad (1)$$



$$NaH + H_2O \longrightarrow NaOH + H_2 \quad (2)$$

Theo (3): B + C → Y↑, vậy C là phi kim và Y là axit.

Theo (4): $Y + NaOH \xrightarrow{1:1} Z + H_2O$

1 mol Y phản ứng cho khối lượng chất tan tăng (Y – 18)g

$\frac{2,688}{22,4} = 0,12$ mol → 2,22 g

$\Rightarrow (Y - 18) \times 0,12 = 2,22 \Rightarrow Y = 36,5 \Rightarrow$ C là clo.


$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$ (3)


$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$ (4)

2. Hãy chọn các hợp chất thích hợp và cân bằng các phương trình phản ứng dưới đây:


a) $X_1 + X_2 \rightarrow Br_2 + MnBr_2 + H_2O$


b) $X_3 + X_4 + X_5 \rightarrow HCl + H_2SO_4$


c) $A_1 + A_2 \rightarrow SO_2 + H_2O$


d) $B_1 + B_2 \rightarrow NH_3 + Ca(NO_3)_2 + H_2O$


e) $Ca(X_2)_2 + Ca(Y)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$


f) $D_1 + D_2 + D_3 \rightarrow Cl_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$

HƯỚNG DẪN GIẢI


a) $MnO_2 + 4HBr_{(đặc)} \rightarrow Br_2 + MnBr_2 + 2H_2O$


b) $SO_2 + Cl_2 + 2H_2O \rightarrow 2HCl + H_2SO_4$


c) $H_2S + O_2 \rightarrow SO_2 + H_2O$

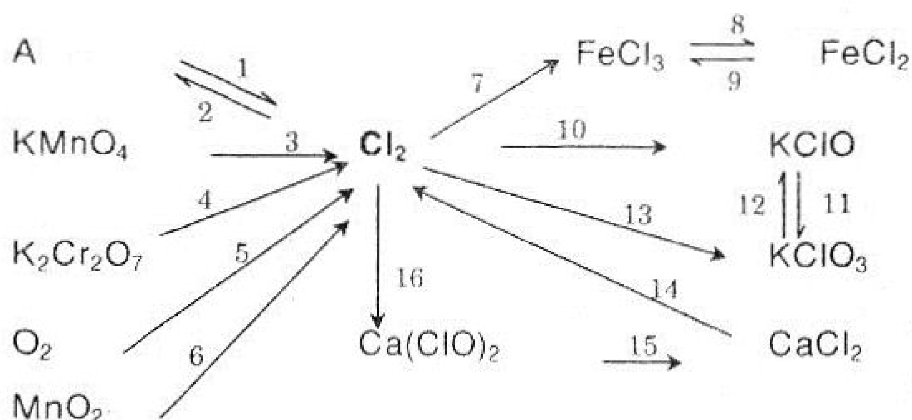

d) $NH_4NO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow NH_3 + Ca(NO_3)_2 + H_2O$


e) $Ca(H_2PO_4)_2 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 4H_2O$

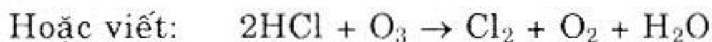

f) $2KMnO_4 + 10NaCl + 8H_2SO_{8\,(đặc)} \rightarrow 5Cl_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 +$

$+ 5Na_2SO_4 + 8H_2O$

7.

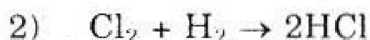



1) $2HCl \xrightarrow{t^0} H_2 + Cl_2$


Hoặc viết: $2HCl + O_3 \rightarrow Cl_2 + O_2 + H_2O$


$4HCl + Na_2O_2 \rightarrow 2NaCl + Cl_2 + 2H_2O$


$4HCl + PbO_2 \rightarrow PbCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$


2) $Cl_2 + H_2 \rightarrow 2HCl$


3) $2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 5Cl_2 + 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O$


4) $K_2Cr_2O_7 + 14HCl \rightarrow 3Cl_2 + 2CrCl_3 + 2KCl + 7H_2O$

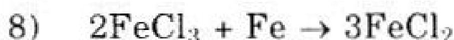

5) $4HCl + O_2 \xrightarrow{400^0C} 2Cl_2 + 2H_2O$


6) $MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$

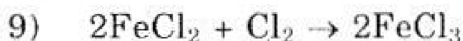
Hoặc viết:


$4KCl + 2H_2SO_4 + MnO_2 \rightarrow 2K_2SO_4 + MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$


7) $3Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2FeCl_3$


8) $2FeCl_3 + Fe \rightarrow 3FeCl_2$


Hoặc viết: $2FeCl_3 + Cu \rightarrow CuCl_2 + 2FeCl_2$

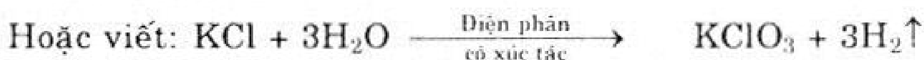

9) $2FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$


10) $Cl_2 + 2KOH \rightarrow KCl + KClO + H_2O$

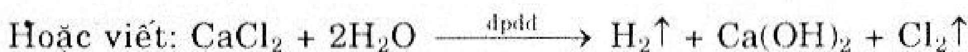

11) $3KClO \xrightarrow{t^0} 2KCl + KClO_3$


12) $2KClO_3 \xrightarrow[MnO_2]{t^0} 2KCl + 3O_2$


13) $3Cl_2 + 6KOH_{dd} \xrightarrow{t^0} 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$


Hoặc viết: $KCl + 3H_2O \xrightarrow[\text{có xúc tác}]{\text{Điện phân}} KClO_3 + 3H_2\uparrow$


14) $CaCl_2 \xrightarrow{dpnc} Ca + Cl_2$


Hoặc viết: $CaCl_2 + 2H_2O \xrightarrow{dpdd} H_2\uparrow + Ca(OH)_2 + Cl_2\uparrow$

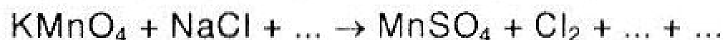

15) $Ca(ClO)_2 \xrightarrow{t^0} CaCl_2 + O_2$


16) $Cl_2 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + Ca(ClO)_2 + 2H_2O$

4. Bổ túc và cân bằng các phương trình phản ứng sau:


$MnO_2 + HCl \rightarrow ... + ... + ...$


$Cl_2 + FeSO_4 + ... \rightarrow ... + ...$


$KMnO_4 + NaCl + ... \rightarrow MnSO_4 + Cl_2 + ... + ...$


$KBrO_3 + KBr + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + ... + ...$


$KClO_3 + HCl \rightarrow ... + Cl_2 + ...$

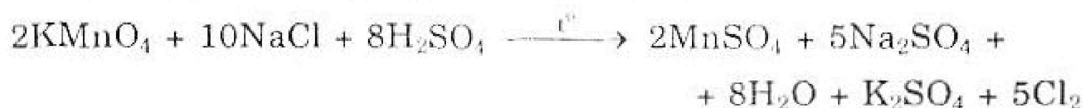
HƯỚNG DẪN GIẢI



$$MnO_2 + 4HCl \rightarrow Cl_2 + MnCl_2 + 2H_2O$$



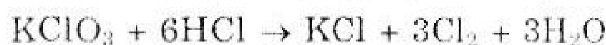
$$3Cl_2 + 6FeSO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + 6HCl$$



$$2KMnO_4 + 10NaCl + 8H_2SO_4 \xrightarrow{t^\circ} 2MnSO_4 + 5Na_2SO_4 + 8H_2O + K_2SO_4 + 5Cl_2$$



$$KBrO_3 + 5KBr + 3H_2SO_4 \rightarrow 3Br_2 + 3K_2SO_4 + 3H_2O$$



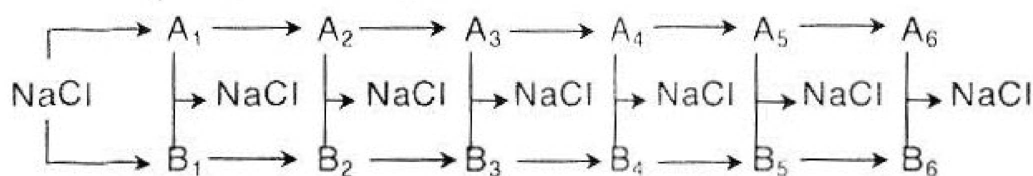
$$KClO_3 + 6HCl \rightarrow KCl + 3Cl_2 + 3H_2O$$

5. a) Viết các phản ứng thực hiện biến hoá sau:



$$Cl_2 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow Cl_2$$

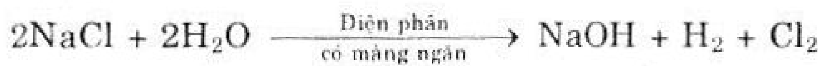
b) Xác định các chất theo sơ đồ biến hoá sau:



HƯỚNG DẪN GIẢI



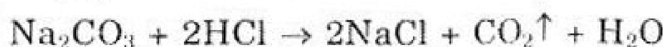
$$Cl_2 + 2NaBr \rightarrow 2NaCl + Br_2$$
(A)



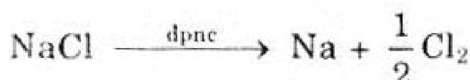
$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{có màng ngăn}]{\text{Điện phân}} NaOH + H_2 + Cl_2$$
(B)



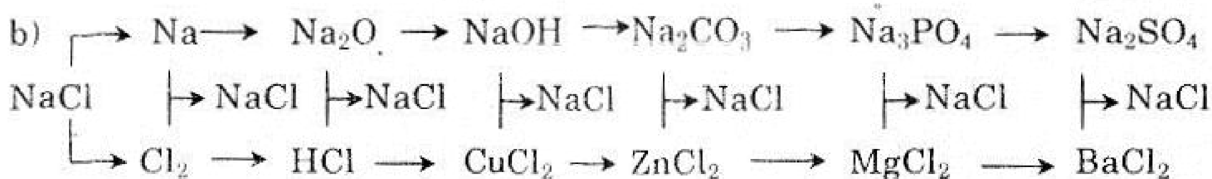
$$2NaOH + H_2CO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + 2H_2O$$
(C)



$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$$
(A)



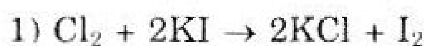
$$NaCl \xrightarrow{dpnc} Na + \frac{1}{2}Cl_2$$





6. $KI \xrightarrow{(1)} I_2 \xrightarrow{(2)} HI \xrightarrow{(3)} HCl \xrightarrow{(4)} KCl \xrightarrow{(5)} Cl_2 \xrightarrow{(6)} H_2SO_4$

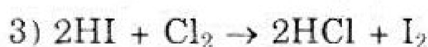
HƯỚNG DẪN GIẢI



1) $Cl_2 + 2KI \rightarrow 2KCl + I_2$



2) $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$



3) $2HI + Cl_2 \rightarrow 2HCl + I_2$



4) $HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$



5) $2KCl \xrightarrow{dpnc} 2K + Cl_2$



Hoặc viết: $2KCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{có màng ngăn}]{dpdd} 2KOH + H_2 + Cl_2$



6) $4Cl_2 + H_2S + 4H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 8HCl$

7. Nguyên tố A có electron cuối cùng ứng với 4 số lượng tử:

$$A\ (n = 3;\ l = 1;\ m = 0;\ s = -\frac{1}{2}).$$

a) Viết cấu hình electron, xác định vị trí của A trong bảng tuần hoàn.

b) Nguyên tố A có thể có những số oxi hoá nào?

c) Với các hiđroxit ứng với oxi hoá dương của A, hãy cho biết:

(1) Công thức phân tử, công thức cấu tạo, gọi tên.

(2) Sự biến thiên tính bền, tính oxi hoá, tính axit.

HƯỚNG DẪN GIẢI

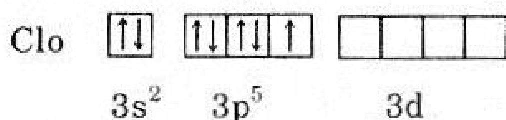
a) Nguyên tố A: $3p^5$ [↑↓|↑↓|↑]

Cấu hình e: A: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

Vậy A thuộc phân nhóm chính nhóm VII (nhóm VIIA); chu kì 3 là clo.

b) Số oxi hoá (có thể có) của clo: –1; 0; +1; +3; +5; +7.

Giải thích: Do sự phân bố e ở lớp ngoài của nguyên tử các nguyên tố A

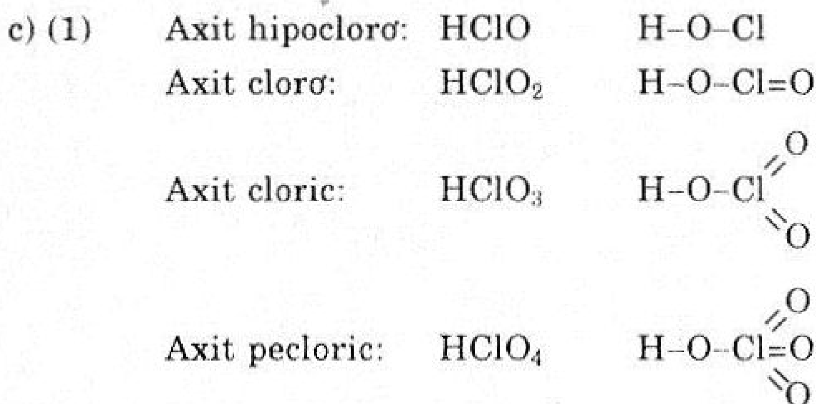


Ở trạng thái cơ bản: clo có 1e độc thân.

Khi kích thích e lên các orbitan d trống thì số e độc thân của Cl lần lượt là 3, 5, 7.

Vì vậy, khi kết hợp với nguyên tố có độ âm điện lớn hơn, thì:

Clo sẽ thể hiện số oxi hoá dương và là dương lẻ: +1; +3; +5; +7.



c) (1) Axit hipoclorơ: $HClO$ H–O–Cl

Axit clorơ: $HClO_2$ H–O–Cl=O

Axit cloric: $HClO_3$ H–O–Cl(=O)(=O)

Axit pecloric: $HClO_4$ H–O–Cl(=O)(=O)(=O)

(2) $HClO;\ HClO_2;\ HClO_3;\ HClO_4 \longrightarrow$

• Tính bền tăng, tính axit tăng

• Tính oxi hoá giảm.

8. Hoà tan 2,74g kim loại M nhóm A vào 200ml dung dịch HCl 0,1M thu được dung dịch A và 0,448 lít khí H_2 (đktc). Xác định kim loại M.

HƯỚNG DẪN GIẢI



$$2M + 2xHCl \rightarrow 2MCl_x + xH_2 \quad (1)$$

$$n_{HCl} = 0,2 \times 0,1 = 0,02 \text{ mol}$$

$$n_{H_2} = \frac{0,448}{22,4} = 0,02 \text{ mol}$$

Theo (1) $n_{HCl} = 2n_{H_2} = 0,04$ mol > n_{HCl} trong dung dịch. Vậy đã có phản ứng của M với H_2O trong dung dịch



$$2M + 2xH_2O \rightarrow 2M(OH)_x + xH_2 \quad (2)$$

Theo (1), (2) ta có: $n_{H_2} = \frac{x}{2} \times n_M$ hay $\frac{x}{2} \times \frac{2,74}{M} = 0,02$ mol

$$M = 68,5x \text{ với } x = 2 \text{ ta có } M = 137$$

Vậy kim loại là bari (Ba).

9. Hoà tan hỗn hợp X gồm 11,2 gam kim loại M và 69,6 gam oxit M_xO_y của kim loại đó trong 2 lít dung dịch HCl, thu được dung dịch A và 4,48 lít khí H_2 (đktc). Nếu cũng hoà tan hỗn hợp X đó trong 2 lít dung dịch HNO_3 thì được dung dịch B và 6,72 lít khí NO (đktc). Xác định M, M_xO_y và nồng độ mol của các chất trong dung dịch, cho rằng thể tích không đổi trong quá trình phản ứng.

(Trích đề thi tuyển sinh Trường Đại học Y Dược TP.HCM, năm 1999)

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Dựa vào phương trình phản ứng và số liệu đề bài cho rút ra: M = 28n và n = 2 ⇒ M là Fe

M_xO_y là Fe_xO_y

Phản ứng với HNO_3



$$Fe + 4HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$$

0,2mol　　　　　　　　　　　　0,2 mol



$$3Fe_xO_y + (12-2y)HNO_3 \rightarrow 3xFe(NO_3)_3 + (3x-2y)NO + (6x-y)H_2O$$

3 mol　　　　　　　　　　　　　　(3x-2y) mol

$\frac{69,6}{56x+16y}$　　　　　　　　　　　$\frac{6,72}{22,4} - 0,2 = 0,1$ mol

$$\frac{69,6}{56x+16y} = \frac{0,3}{3x-2y} \Rightarrow 64x = 48y$$

$$4x = 3y$$

$\frac{x}{y} = \frac{3}{4}$ vậy Fe_xO_y là Fe_3O_4.

Viết lại phương trình phản ứng Fe_3O_4 tác dụng với HCl và HNO_3 để tính khối lượng các muối tạo thành:

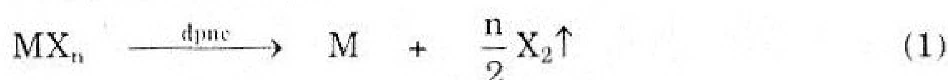
$$C_M(Fe(NO_3)_3) = \frac{0,9 + 0,2}{2} = 0,55M.$$

10. Điện phân nóng chảy a gam một muối A tạo bởi kim loại M và phi kim hoá trị 1 (X) thu được 0,896 lít khí nguyên chất (ở đktc). Hoà tan a gam muối A vào 100ml dung dịch HCl 1M rồi cho tác dụng với dung dịch $AgNO_3$ dư thu được 25,83g kết tủa.

Xác định tên phi kim công thức tổng quát của muối A.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Kí hiệu M, X lần lượt là khối lượng nguyên tử của kim loại M và phi kim X, n là hoá trị của kim loại.



$$MX_n \xrightarrow{dpnc} M + \frac{n}{2}X_2\uparrow \quad (1)$$



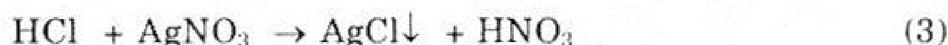
x mol   x mol $\frac{xn}{2}$ mol



$$MX_n + nAgNO_3 \rightarrow M(NO_3)_n + nAgX\downarrow \quad (2)$$



x mol   nx mol



$$HCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + HNO_3 \quad (3)$$

$0,1 \times 1 = 0,1$ mol   0,1mol

Khối lượng kết tủa AgX là: $25,83 - (0,1 \times 143,5) = 11,48g$

n_{X_2} có trong muối A: $\frac{0,896}{22,4} = 0,04$ mol

n_{AgX} thu được (phương trình 2) = 0,08

$$M_{AgX} = \frac{11,48}{0,08} = 143,5$$

$$X = 143,5 - 108 = 35,5; \text{ X là Cl}$$

Vậy muối A có công thức tổng quát MCl.

11. Hoà tan một muối kim loại halogenua chưa biết hoá trị vào nước để được dung dịch X.

– Nếu lấy 250ml dung dịch X (chứa 27 gam muối) cho vào $AgNO_3$ dư thì thu được 57,4 gam kết tủa.

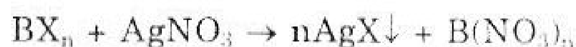
– Mặt khác cô cạn ½ dung dịch X trên rồi điện phân thì có 6,4 gam kim loại bám ở catot.

Xác định công thức muối.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Đặt kí hiệu kim loại là B. Đặt kí hiệu halogen là X

Công thức của muối sẽ là BX_n



$BX_n + AgNO_3 \rightarrow nAgX\downarrow + B(NO_3)_n$

27g 57,4g

13,5g 28,7g



$BX_n \xrightarrow{dp} B + nX$

13,5g 6,4g 7,1g

Trong 13,5g BX_n có 7,1g X, vậy trong 28,7g AgX cũng chỉ có 7,1g X, suy ra số gam Ag là 21,6g hay 0,2 mol.

Trong AgX tỉ lệ kết hợp theo số mol là 1 : 1. Vậy số mol X cũng là 0,2 mol.

$M_X = \dfrac{7,1}{0,2} = 35,5$. Suy ra X là Clo



$BCl_n + nAgNO_3 \rightarrow nAgCl\downarrow + B(NO_3)_n$

1mol n mol

$\dfrac{0,2}{n}$ mol 0,2mol

$$M_{BCl_n} = \dfrac{13,5}{\dfrac{0,2}{n}} = 67,5n$$

$M_B + 35,5n = 67,5n$; $M_B = 32n$

- Nếu n = 1 $M_B = 32$ không có nguyên tố nào.
- Nếu n = 2 $M_B = 64 \Rightarrow$ B là Cu.

12. Hoà tan 5,37 gam hỗn hợp gồm 0,02 mol $AlCl_3$ và một muối halogenua của kim loại M hoá trị 2 vào nước, thu được dung dịch A. Cho dung dịch A tác dụng vừa đủ với 200ml dung dịch $AgNO_3$, thu được 14,35 gam kết tủa. Lọc lấy dung dịch cho tác dụng với NaOH dư, thu được kết tủa B. Nung B đến khối lượng không đổi được 1,6 gam chất rắn. Xác định công thức phân tử muối halogenua kim loại M.

HƯỚNG DẪN GIẢI

– Thí nghiệm 1:

Viết các phương trình phản ứng $AlCl_3$ và MX_2 tác dụng với dung dịch $AgNO_3$ và tính được:

$m_{MX_2} = 5,37 - (0,02 \times 133,5) = 2,7$ gam

$m_{AgX} = 14,35 - (0,06 \times 143,5) = 5,74$ gam

$$\frac{2,7}{M + 2X} = \frac{5,74}{2(108 + X)} \qquad (1)$$

– Thí nghiệm 2:

Dung dịch chứa 2 muối $Al(NO_3)_3$ và $M(NO_3)_2$ tác dụng với dung dịch NaOH dư



$$M(NO_3)_2 \rightarrow M(OH)_2 \rightarrow MO$$

$$m_{MO} = 1,6 \text{ gam}$$

$$n_{MX_2} = n_{MO}$$

$$\frac{2,7}{M + 2X} = \frac{1,6}{M + 16} \qquad (2)$$

Lập hệ phương trình (1) và (2)

$$\begin{cases} \dfrac{2,7}{M + 2X} = \dfrac{5,74}{2(108 + X)} \\ \dfrac{2,7}{M + 2X} = \dfrac{1,6}{M + 16} \end{cases}$$

Giải hệ phương trình ta có:

$$\begin{cases} M = 64 \\ X = 35,5 \end{cases}$$

Công thức phân tử của muối là $CuCl_2$.

13. Cho hai cốc A, B có cùng trọng lượng. Đặt A, B lên hai đĩa cân thì cân cân bằng. Thêm vào cốc A 100g dung dịch $AgNO_3$ và vào cốc B 100g dung dịch Na_2CO_3. Sau đó thêm vào mỗi cốc 200g dung dịch HCl (HCl lấy dư cho cả hai cốc).

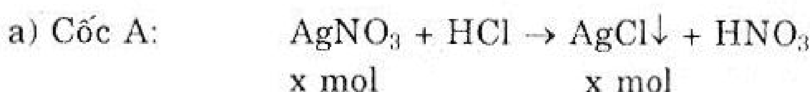
a) Tính nồng độ phần trăm theo khối lượng của dung dịch $AgNO_3$ và dung dịch Na_2CO_3 biết rằng ta phải thêm bên đĩa cân có cốc B 2,2g thì cân mới trở lại cân bằng và khối lượng dung dịch bên cốc B (sau khi thêm HCl) lớn hơn khối lượng dung dịch bên cốc A (sau khi thêm HCl và lọc bỏ kết tủa) là 12,15g.

b) Tính nồng độ phần trăm của dung dịch HCl đã dùng biết rằng nếu chỉ thêm 100g dung dịch HCl (có cùng nồng độ như trên) vào mỗi cốc (A vẫn chứa 100g dung dịch $AgNO_3$ và B vẫn chứa 100g dung dịch Na_2CO_3), sau đó lấy dung dịch còn lại trong cốc B cho vào dung dịch còn lại trong cốc A thì thu thêm được 2,87g kết tủa mới.

(Trích đề thi tuyển sinh vào lớp 10 năng khiếu Trường đại học KHTN TP.HCM năm 1999)

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Cốc A:

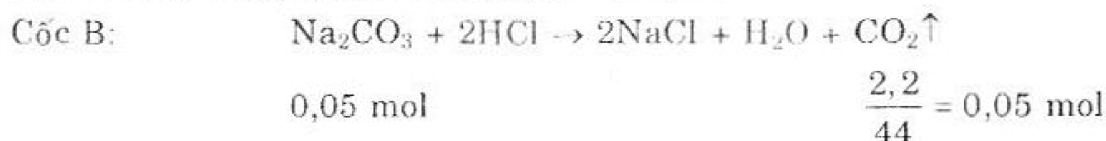


$$AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$$

x mol $\qquad$ x mol

Khối lượng cốc A sau phản ứng: 100g + 200g = 300g.

Khối lượng dung dịch ở cốc A: 300 – 143,5x



Cốc B: $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$

0,05 mol $\frac{2,2}{44} = 0,05$ mol

Để cốc B có khối lượng bằng cốc A phải thêm 2,2g đó chính là khối lượng khí CO_2 bay lên.

m_{dd} ở cốc B sau phản ứng = 100 + 200 – 2,2 = 297,8g.

Khối lượng dung dịch ở cốc B lớn hơn khối lượng dung dịch ở cốc A.

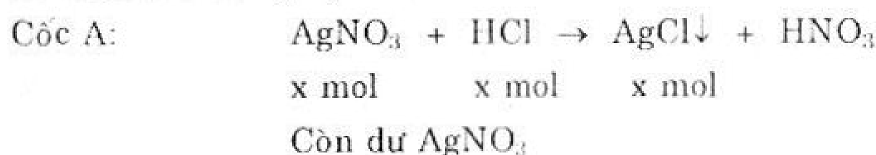
$$297,8 - (300 - 143,5x) = 12,15$$

Giải ra ta có x = 0,1

$$C\%_{AgNO_3} = \frac{0,1 \times 170}{100} \times 100\% = 17\%$$

$$C\%_{Na_2CO_3} = \frac{0,05 \times 106}{100} \times 100\% = 5,3\%$$

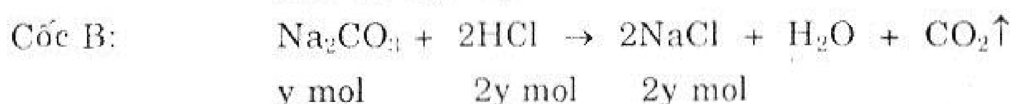
b) Tính C% dung dịch HCl



Cốc A: $AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

x mol x mol x mol

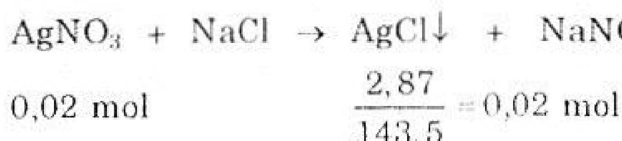
Còn dư $AgNO_3$



Cốc B: $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$

y mol 2y mol 2y mol

Cho dung dịch còn lại ở cốc B vào cốc A sẽ có kết tủa AgCl



$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$

0,02 mol $\frac{2,87}{143,5} = 0,02$ mol

$n_{AgNO_3\text{ dư ở cốc A}} = 0,02$ mol. Vậy n_{AgNO_3} ở cốc A đã phản ứng với HCl

$$0,05 - 0,02 = 0,03 \text{ mol}$$

n_{HCl} trong 100ml là 0,03 ($n_{AgNO_3} = n_{HCl}$)

$$C\%_{HCl} = \frac{0,03 \times 36,5}{100} \times 100\% = 1,095\%.$$

14. Hỗn hợp A gồm 3 muối NaCl, NaBr và NaI:

• 5,76 gam A tác dụng với lượng dư dung dịch brom, cô cạn thu được 5,29 gam muối khan.

• Hoà tan 5,76 gam A vào nước rồi cho một lượng khí clo sục qua dung dịch. Sau một thời gian, cô cạn thì thu được 3,955 gam muối khan, trong đó có 0,05 mol ion clorua.

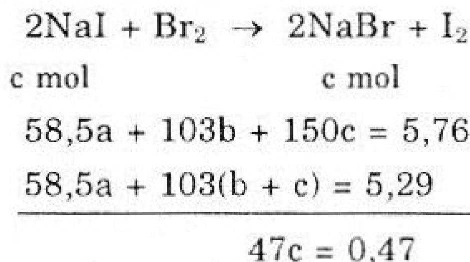
a) Viết các phương trình phản ứng.

b) Tính thành phần phần trăm khối lượng mỗi muối trong A.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Đặt số mol NaCl: a; NaBr: b; NaI: c

a) Các phản ứng với brom dư:



$$2NaI + Br_2 \rightarrow 2NaBr + I_2$$

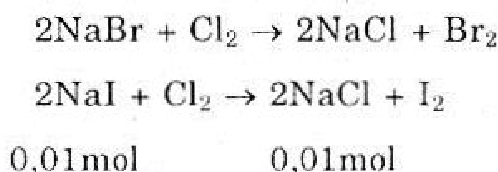
c mol   c mol

$$58{,}5a + 103b + 150c = 5{,}76$$

$$58{,}5a + 103(b + c) = 5{,}29$$

$$47c = 0{,}47$$

Cách 1: Các phản ứng với Cl_2:



$$2NaBr + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + Br_2$$

$$2NaI + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + I_2$$

0,01mol   0,01mol

Nếu Cl_2 chỉ phản ứng với NaI thì khối lượng hỗn hợp muối sau phản ứng với Cl_2 là: 5,76 – 1,5 + 0,585 = 4,845g.

Theo đề bài hỗn hợp sau phản ứng chỉ có 3,955g. Vậy Cl_2 đã phản ứng với cả NaBr.

Hỗn hợp 3,955g trong đó có 0,05 mol NaCl và còn lại là NaBr.

Số mol NaBr còn lại $\dfrac{3{,}955 - 0{,}05 \times 58{,}5}{103} = 0{,}01$.

Tính số mol NaBr tham gia phản ứng:

1 mol NaBr thay thế bằng 1 mol NaCl khối lượng giảm 44,5g

x mol NaBr thay thế bằng x mol NaCl khối lượng giảm 4,845 – 3,955 = 0,89g

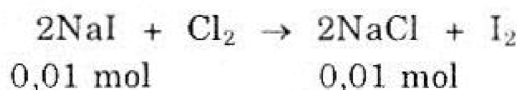
$$x = \frac{0{,}85}{44{,}5} = 0{,}02$$

Số mol NaBr có trong 5,76g = 0,02 + 0,01 = 0,03

$$n_{NaCl} = \frac{5{,}76 - 3{,}09 - 1{,}5}{58{,}5} = \frac{1{,}17}{58{,}5} = 0{,}02$$

% theo khối lượng: NaCl: 20,3%; NaBr: 53,66%; NaI: 26,04%.

Cách 2: * Khi cho A tác dụng với Cl_2 thì NaI hết, vì sau phản ứng có 0,05 mol NaCl mà NaI chỉ có 0,01 mol



$$2NaI + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + I_2$$

0,01 mol   0,01 mol



$2NaBr + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + Br_2$

a mol a mol

Số mol Br^- còn lại là (y – a) mol

$$58,5x + 58,5a + 0,01 \times 58,5 + 103(y - a) = 3,955$$

Trong đó: x + a + 0,01 = 0,05 vậy x + a = 0,04

m_{NaCl} trong 3,955 = 58,5 × 0,05 = 2,925g

m_{NaBr} còn dư = 1,03g hay 0,01 mol

n_{NaBr} dư: 0,01 = y – a

$$x + a = 0,04$$

$$y - a = 0,01$$

$$x + y = 0,05$$

$$\begin{cases} 58,5x + 103y = 4,26 \\ x + y = 0,05 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,02 \\ y = 0,03 \end{cases}$$

m_{NaCl} = 0,02 × 58,5 = 1,17 ⇒ %NaCl = 20,31%.

m_{NaBr} = 0,03 × 103 = 3,09 ⇒ %NaBr = 53,65%.

m_{NaI} = 0,01 × 150 = 1,5 ⇒ %NaI = 26,04%.

15. A, B là hai dung dịch HCl có nồng độ mol khác nhau. Nếu trộn V_1 lít A với V_2 lít B rồi cho tác dụng với 1,768 gam một hỗn hợp kim loại gồm Fe, Al và Cu thì thấy vừa đủ để hoà tan các kim loại hoạt động có trong hỗn hợp và khi đó thu được 0,016 mol H_2 ở đktc. Lượng Cu không tan đem oxi hoá rồi hoà tan thì cũng cần một lượng axit HCl vừa đúng như trên. Biết $V_1 + V_2$ = 0,052 lít, nồng độ mol của B lớn gấp 4 của A và $V_2/2$ lít B hoà tan vừa hết 1/6 lượng Fe của hỗn hợp.

a) Viết các phương trình phản ứng và tính thành phần % theo khối lượng của các kim loại trong hỗn hợp.

b) Tính nồng độ mol của A và B. Giả thiết các phản ứng xảy ra hoàn toàn.

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Đặt a, b là nồng độ của HCl trong dung dịch A và B. Đặt x, y, z là số mol Fe, Al, Cu.

Số mol HCl sau khi trộn = $(V_1a + V_2b)$ mol.

Viết các phương trình phản ứng của Fe và Al tác dụng với H^+; Cu tác dụng với H^+ và O_2.

Theo đề ra: $\begin{cases} 2x + 3y = 2 \times 0,016 \\ 2z = 2x + 3y \end{cases}$

Vậy: z = 0,016 → m_{Cu} = 1,024 gam → 57,91% Cu

Lượng Fe + Al còn lại = 1,768 – 1,024 = 0,744

Ta có: $\begin{cases} 56x + 27y = 0,744 \\ 2x + 3y = 0,032 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,012 \\ y = 0,00267 \end{cases}$

$m_{Fe} = 56 \times 0,012 = 0,672$ gam $\rightarrow$ 38,01% Fe

$m_{Al} = 1,768 - (1,024 + 0,672) = 0,072$ gam $\rightarrow$ 4,07% Al.

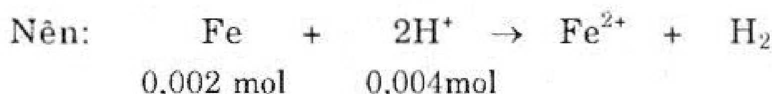
b) Vì số mol HCl = số mol H^+ nên:

$$aV_1 + bV_2 = 0,032 \quad (1)$$

Theo đề ra: $b = 4a$ (2)

$$\frac{1}{6} \text{ lượng Fe} = \frac{0,012}{6} = 0,002$$

$$\text{Số mol } H^+ \text{ trong } \frac{1}{2}V_2 = \frac{1}{2}bV_2$$



Nên: $Fe + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2$

0,002 mol   0,004mol

Vậy: $\frac{1}{2}bV_2 = 0,004 \rightarrow bV_2 = 4aV_2 = 0,008$

$aV_2 = 0,002$

Từ (1): $aV_1 = 0,024$

Vì: $V_1 + V_2 = 0,052 \rightarrow a = 0,5$; $b = 2,0$.

16. Sục khí clo vào 150ml dung dịch NaI 2M (dung dịch X), sau đó đun sôi đuổi hết I_2, thêm nước vào cho đủ 200ml (dung dịch Y).

a) Tính C_M mỗi muối trong dung dịch Y biết đã dùng hết 0,2016 lít khí clo (đktc).

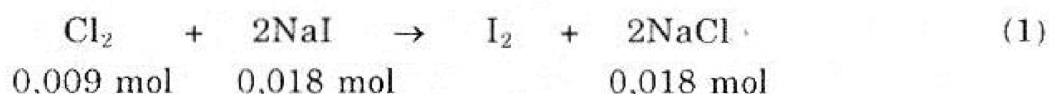
b) Thêm từ từ vào dung dịch $AgNO_3$ 0,025M. Tìm thể tích $AgNO_3$ đã dùng nếu lượng kết tủa thu được có khối lượng là:

- Trường hợp 1: 65,8 gam.
- Trường hợp 2: 66,4135 gam.

(Cho rằng AgI↓ trước, sau khi AgI↓ hết thì mới đến AgCl↓).

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) $n_{Cl_2} = \frac{0,2016}{22,4} = 0,009$ mol ; $n_{NaI\,(bđ)} = 0,3$ mol



$$Cl_2 + 2NaI \rightarrow I_2 + 2NaCl \quad (1)$$

0,009 mol   0,018 mol   0,018 mol

$\Rightarrow$ Dung dịch Y gồm NaI dư: 0,3 – 0,018 = 0,282 mol

$\Rightarrow C_{M(NaI)} = 1,41$ M và NaCl: 0,018 mol

$\Rightarrow C_{M\,(NaCl)} = 0,09M$.

b) So sánh khối lượng kết tủa đề cho theo 2 cách sau:

Cách 1: Chỉ có Ag↓

$n_{AgI\downarrow} = n_{NaI\,dư} = 0,282$ mol $\Rightarrow m_{AgI\downarrow} = 0,282 \times 235 = 66,27$g.

Cách 2: Có kết tủa cả 2 chất ($AgI\downarrow$ và $AgCl\downarrow$)

$m_{AgI\downarrow} = 66{,}27g$

$n_{AgCl\downarrow} = n_{NaCl} = 0{,}018 \text{ mol} \Rightarrow m_{AgCl\downarrow} = 0{,}018 \times 143{,}5 = 2{,}583g$

$\Rightarrow m_{2\ chất\downarrow} = 66{,}27 + 2{,}583 = 68{,}853g$

Xét trường hợp 1: $m\downarrow = 65{,}8g < 66{,}27 \Rightarrow AgI\downarrow$ chưa hết

$$n_{AgI\downarrow} = \frac{65{,}8}{235} = 0{,}28 \text{ mol} = n_{AgNO_3} \Rightarrow V_{AgNO_3} = \frac{0{,}28}{0{,}025}$$

$\Rightarrow V_{AgNO_3} = 11{,}2$ lít.

Xét trường hợp 2: $66{,}27g < m\downarrow = 66{,}4135g < 68{,}853g$

$\Rightarrow AgI\downarrow$ hết và $AgCl\downarrow$ chưa hết

Ta có: $m_{AgCl\downarrow} = 66{,}4135 - 66{,}27 = 0{,}1435g$

$\Rightarrow n_{AgCl\downarrow} = 0{,}001 \text{ mol} = n_{AgNO_3}$ và $n_{AgI\downarrow} = 0{,}282 \text{ mol} = n_{AgNO_3}$

$\Rightarrow n_{AgNO_3\ (tổng)} = 0{,}282 + 0{,}001 = 0{,}283$ mol

$$\Rightarrow V'_{AgNO_3(tổng)} = \frac{0{,}283}{0{,}025} = 11{,}32 \text{ lít.}$$

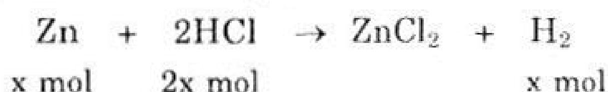
17. Hoà tan hoàn toàn 1,7g hỗn hợp gồm Zn và kim loại A chưa biết trong dung dịch HCl thu được 0,672 lít khí (đo ở đktc) và dung dịch B. Mặt khác để hoà tan 1,9 gam kim loại A thì dùng không hết 200ml dung dịch HCl 0,5M.

a) Xác định kim loại A, biết A thuộc nhóm IIA.

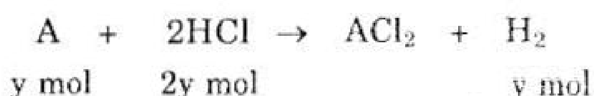
b) Tính nồng độ phần trăm các muối trong dung dịch A, biết rằng người ta đã dùng dung dịch HCl 10%.

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Gọi A là kí hiệu và nguyên tử khối của kim loại hoá trị II



$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$
x mol   2x mol   x mol



$$A + 2HCl \rightarrow ACl_2 + H_2$$
y mol   2y mol   y mol

$$\begin{cases} 65x + Ay = 1{,}7 \\ x + y = \dfrac{0{,}672}{22{,}4} = 0{,}03 \end{cases} \Rightarrow y = \frac{0{,}25}{65 - A} < 0{,}03 \Rightarrow A < 56{,}66$$

Mặt khác để hoà tan A gam A cần 2 mol HCl

Để hoà tan 1,9 gam A cần $\dfrac{2 \times 1{,}9}{A} = \dfrac{3{,}8}{A} < 0{,}5 \times 0{,}2 = 0{,}1$

$\Rightarrow A > 38 \Rightarrow 38 < A < 56{,}66 \Rightarrow A = 40$ (Ca)

$$\begin{cases} 65x + 40y = 1{,}7 \\ x + y = 0{,}03 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0{,}02 \\ y = 0{,}01 \end{cases}$$

b) $m_{HCl\ \text{đã dùng}} = (2x + 2y_36,5 = 0,06 \times 36,5 = 2,19$

$m_{\text{dung dịch HCl đã dùng}}$: 100 gam dung dịch HCl có 10 gam HCl

$$\frac{100 \times 2,19}{10} \qquad 2,19 \text{ gam}$$

$m_{\text{dung dịch B}} = m_{2\ \text{kim loại}} + m_{dd\ HCl} - m_{H_2\uparrow}$

$= 1,7 + 21,9 - (2 \times 0,03) = 23,54$ gam

$$C\%(ZnCl_2) = \frac{136 \times 0,02}{23,54} \times 100\% = 11,55\%$$

$$C\%(CaCl_2) = \frac{111 \times 0,01}{23,54} \times 100\% = 4,72\%.$$

18. Cho a gam Fe hoà tan trong dung dịch HCl, sau khi cô cạn được 3,1 gam chất rắn. Nếu cho a gam Fe và b gam Mg cũng vào dung dịch HCl như trên thì thu được 3,34 gam chất rắn và 448 ml H_2.

Tính a gam, b gam.

HƯỚNG DẪN GIẢI



$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$ (1)



$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$ (2)

$$n_{H_2} = \frac{0,448}{22,4} = 0,02 \text{ mol.}$$

• Nếu chỉ có riêng Fe tác dụng theo phương trình (1).

Khối lượng Fe tác dụng hết thì $n_{FeCl_2} = \frac{3,1}{127} = 0,024$ mol. Vậy n_{H_2} giải phóng là 0,024 mol. Như vậy khi làm thí nghiệm lần thứ hai n_{H_2} ít nhất cũng phải bằng 0,024 mol, theo đầu bài n_{H_2} chỉ là 0,02 (ngoài kim loại Fe còn có Mg). Vậy ở lần đầu kim loại Fe còn dư và axit HCl đã hết. Với thí nghiệm 2 lượng axit như thí nghiệm 1 cũng chỉ phóng 0,02 mol H_2.

$n_{FeCl_2} = 0,02 \text{ mol} \rightarrow m_{FeCl_2} = 0,02 \times 127 = 2,54$ gam

$m_{Fe\ dư} = 3,1 - 2,54 = 0,56g \Rightarrow n_{Fe\ dư} = 0,01$ mol

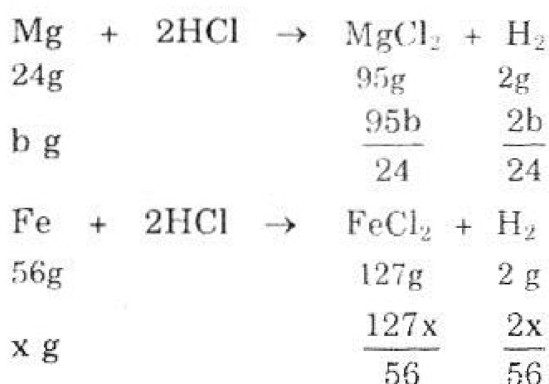
$\sum n_{Fe} = 0,01 + 0,02 = 0,03$ mol

$a = 0,03 \times 56 = 1,66g.$

• Trường hợp Fe và Mg tác dụng với dung dịch HCl. Giả sử kim loại Fe hoàn toàn không tham gia phản ứng (Mg hoạt động hoá học mạnh hơn Fe) thì khối lượng $MgCl_2 = 3,34 - 1,66 = 1,68g$

$\Rightarrow n_{MgCl_2} = 0,017$ mol .

Số mol tối thiểu phải bằng 0,02 mới đúng. Như vậy có một phần Fe tham gia và Mg tác dụng hết.



$$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$$

24g — 95g — 2g

b g — $\frac{95b}{24}$ — $\frac{2b}{24}$

$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$$

56g — 127g — 2 g

x g — $\frac{127x}{56}$ — $\frac{2x}{56}$

$x + m_{Fe\ dư} = 1,66$

$$\frac{95b}{24} + \frac{127x}{56} + m_{Fe\ dư} = 3,34$$

$$\begin{cases} \frac{95b}{24} + \frac{127x}{56} - x = 3,34 - 1,66 \\ \frac{2b}{24} + \frac{2x}{56} = 0,02 \times 2 \end{cases}$$

Giải hệ 2 phương trình trên ta được b gam.

19. Có V_1 lít dung dịch HCl chứa 9,125g HCl (dung dịch A) và V_2 dung dịch HCl (dung dịch B). Trộn dung dịch A với dung dịch B để được 2 lít dung dịch C (HCl). Khi pha trộn thể tích dung dịch không đổi.

a) Tính nồng độ mol của dung dịch C.

b) Suy ra nồng độ mol của dung dịch B. Biết rằng nồng độ của 2 dung dịch A và dung dịch B có hiệu số là 0,4 mol/l.

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) $n_A = 0,25$ mol ; $n_B = 0,15$ mol

$$C_{M(C)} = \frac{0,4}{2} = 0,2M.$$

b) *Cách 1:* Gọi x, y là nồng độ các dung dịch A, B ta có phương trình:

$$\underbrace{\frac{0,25}{x}}_{V_1} + \underbrace{\frac{0,15}{y}}_{V_2} = 2 \qquad (1)$$

Xét 2 trường hợp:

TH1: x – y = 0,4, tức x = y + 0,4. Thế giá trị của x vào phương trình (1) ta có:

$$\frac{0,25}{y + 0,4} + \frac{0,15}{y} = 2$$

Giải phương trình trên ta có $y_1 = 0,1$; $y_2 = -0,3$ (loại)

$$C_{M\ (A)} = 0,1 + 0,4 = 0,5M\ ;\ C_{M(B)} = 0,1\ M.$$

TH2: y – x = 0,4 ; tức y = 0,4 + x. Thế giá trị của y vào phương trình (1) ta có:

$$\frac{0,25}{x} + \frac{0,15}{x+0,4} = 2$$

Giải phương trình trên có: $x_1 = 0,145$; $x_2 = -0,345$ (loại)

$$C_{M(A)} = 0,145M;\ C_{M(B)} = 0,145 + 0,4 = 0,545M$$

Cách 2: Có thể giải theo thể tích dung dịch

TH1: $\begin{cases} \dfrac{0,25}{V_1} - \dfrac{0,15}{V_2} = 0,4 \\ V_1 + V_2 = 2 \end{cases}$ sau đó học sinh tự giải tiếp.

TH2: $\begin{cases} \dfrac{0,15}{V_2} - \dfrac{0,25}{V_1} = 0,4 \\ V_1 + V_2 = 2 \end{cases}$ sau đó học sinh tự giải tiếp.

20. Tỉ lệ nguyên tử khối của ba kim loại X, Y, Z là 3 : 5 : 7. Tỉ lệ số mol trong hỗn hợp của chúng là 4 : 2 : 1. Khi cho 1,16 gam hỗn hợp 3 kim loại này tác dụng hết với dung dịch HCl (lấy dư) thấy có 0,784 lít H_2 (đo ở đktc) bay ra.

Cho biết ba kim loại trong phản ứng hoá học chúng đều thể hiện hoá trị II. Xác định X, Y, Z. Biết rằng ba kim loại đều đứng trước H trong dãy hoạt động hoá học.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Gọi X, Y, Z là khối lượng nguyên tử của X, Y, Z

Gọi x, y, z là số mol của X, Y, Z, theo đầu bài ta có:

$$X : Y : Z = 3 : 5 : 7$$

$$Y = \frac{5}{3}X;\ Z = \frac{7}{3}X;\ x : y : z = 4 : 2 : 1$$

$$y = \frac{1}{2}x;\ z = \frac{1}{4}x$$

$$Xx + Yy + Zz = 1,16 \Rightarrow Xx + \frac{5}{3}X \cdot \frac{1}{2}x + \frac{7}{3}X \cdot \frac{1}{4}x = 1,16$$

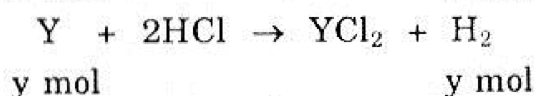
$$Xx = \frac{1,16 \times 12}{29} = 0,48.$$

Phương trình phản ứng ba kim loại tác dụng với dung dịch HCl



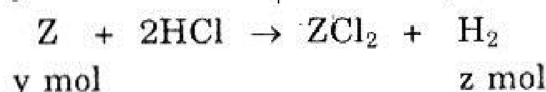
$X + 2HCl \rightarrow XCl_2 + H_2$

x mol $\qquad\qquad\qquad$ x mol



$Y + 2HCl \rightarrow YCl_2 + H_2$

y mol $\qquad\qquad\qquad$ y mol



$Z + 2HCl \rightarrow ZCl_2 + H_2$

y mol $\qquad\qquad\qquad$ z mol

$x + y + z = 0,035$ hay $x + \frac{x}{2} + \frac{x}{4} = 0,035 \Rightarrow x = 0,02$

$Xx = 0,48 \Rightarrow X = 24$ (Mg); $Y = \frac{5}{3}X = 40$ (Ca); $Z = \frac{7}{3}X = 56$ (Fe)

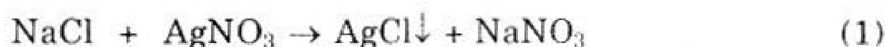
Có thể giải theo $\overline{M}$: $\overline{M} = \frac{1,16}{0,035} = 33,14$

$M < 33,14$ hoá trị II là Mg (24).

21. Một hỗn hợp X gồm 3 muối halogenua của kim loại natri nặng 6,23g hoà tan hoàn toàn trong nước được dung dịch A. Sục khí clo dư vào dung dịch A rồi cô cạn hoàn toàn dung dịch sau phản ứng được 3,0525g muối khan B. Lấy một nửa lượng muối này hoà tan vào nước rồi cho phản ứng dung dịch $AgNO_3$ dư thì thu được 3,22875g kết tủa. Tìm công thức của các muối và tính phần trăm theo khối lượng mỗi muối trong X.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Giả sử lượng muối khan B thu được sau khi cho clo dư vào dung dịch A chỉ có NaCl $\Rightarrow n_{NaCl} = \frac{3,0525}{58,5} = 0,0522$ mol



$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3 \qquad (1)$$

Theo (1) $\Rightarrow n_{NaCl} = n_{AgCl} = \frac{3,22875}{143,5} \times 2 = 0,045$ mol $< 0,0522$ mol.

Do đó, muối khan B thu được ngoài NaCl còn có NaF. Vậy trong hỗn hợp X chứa NaF.

$m_{NaF} = m_B - m_{NaCl} = 3,0525 - 0,045 \times 58,5 = 0,42g$

$\%NaF = \frac{0,42}{6,23} \times 100\% = 6,74\%$

Gọi công thức chung của 2 muối halogenua còn lại là: $Na\overline{Y}$



$$2Na\overline{Y} + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + \overline{Y}_2 \qquad (2)$$

Theo (2) $\Rightarrow n_{Na\overline{Y}} = n_{NaCl} = 0,045$ mol

$m_{Na\overline{Y}} = m_X - m_{NaF} = 6,23 - 0,42 = 5,81g$

Do đó: $M_{NaY} = \frac{5,81}{0,045} = 129,11 = 23 + M_Y \Rightarrow M_Y = 106,11$

Suy ra phải có 1 halogen mà $M > 106,11 \Rightarrow$ halogen là iot. Vậy công thức của muối thứ hai là NaI.

Do đó có hai trường hợp.

* *Trường hợp 1:* NaF, NaCl và NaI

Gọi a, b lần lượt là số mol NaCl và NaI. Ta có:

$$\begin{cases} 58,5a + 150b = 5,81 \\ a + b = 0,045 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,01027 \\ b = 0,03472 \end{cases}$$

$m_{NaCl} = 58,5 \times 0,01027 = 0,6008g$; $m_{NaI} = 150 \times 0,03472 = 5,208g$

Vậy $\%NaCl = \dfrac{0,6008}{6,23} \times 100\% = 9,94\%$

$\%NaF = 6,77\%$ và $\%NaI = 83,59\%$.

* *Trường hợp 2:* NaF, NaBr và NaI

Ta có: $\begin{cases} 103a' + 150b' = 5,81 \\ a' + b' = 0,045 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a' = 0,02 \\ b' = 0,025 \end{cases}$

$m_{NaBr} = 103 \times 0,02 = 2,06g$; $m_{NaI} = 150 \times 0,025 = 3,75g$.

Vậy: $\%NaBr = \dfrac{2,06}{6,23} \times 100\% = 33,07\%$

$\%NaI = \dfrac{3,75}{6,23} \times 100\% = 60,19\%$ và $\%NaF = 6,74\%$.

22. Một hỗn hợp X gồm ACO_3 và BCO_3. Phần trăm khối lượng của A trong ACO_3 là $\dfrac{200}{7}\%$ và của B trong BCO_3 là 40%.

a) Xác định ACO_3 và BCO_3.

b) Lấy 31,8 gam hỗn hợp X cho vào 0,8 lít dung dịch HCl 1M thu được dung dịch Y. Hãy chứng tỏ hỗn hợp X bị hoà tan hết. Cho vào dung dịch Y một lượng thừa $NaHCO_3$ thu được 2,24 lít CO_2 (điều kiện tiêu chuẩn). Tính khối lượng mỗi muối cacbonat.

(Trích đề thi tuyển sinh Đại học Quốc gia TPHCM năm 1998)

HƯỚNG DẪN GIẢI

Giả thiết của dạng bài toán này có đặc điểm là trên một phương trình phản ứng cho biết lượng của hai chất có mặt trên phương trình mà đáng lẽ chỉ cần lượng của một chất là suy ra lượng chất còn lại.

Cách 1: Phải giả định hỗn hợp muối (hoặc hỗn hợp 2 kim loại) đã cho chỉ có 1 muối (hoặc 1 kim loại) từ đó tính lượng axit dùng cho mỗi trường hợp và suy ra khoảng giới hạn của lượng axit cần. Nếu dữ kiện cho lượng axit lớn hơn khoảng giới hạn thì axit dư, nếu lượng axit nhỏ hơn khoảng giới hạn thì kim loại (hoặc muối) dư.

Cách 2: Giả sử hỗn hợp muối 2 kim loại chỉ gồm 1 muối (hoặc 1 kim loại) có M nhỏ để có số mol hỗn hợp lớn rồi so sánh với số mol dung dịch axit nếu $n_{axit} > n_{hh} \rightarrow$ axit dư:

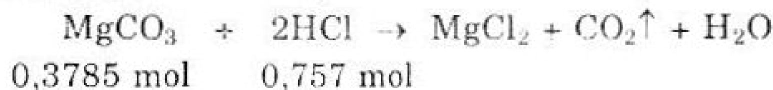
$$n_{hh} < \frac{m_{hh}}{M} < n_{axit}$$

a) $\%A = \dfrac{A \times 100}{A + 60} = \dfrac{200}{7} \Rightarrow A = 24 \Rightarrow$ A là Mg $\Rightarrow ACO_3$ là $MgCO_3$

$\%B = \dfrac{B \times 100}{B + 60} = 40 \Rightarrow B = 40 \Rightarrow$ B là Ca $\Rightarrow BCO_3$ là $CaCO_3$.

b) * $\dfrac{31,8}{100}$ < số mol 2 muối < $\dfrac{31,8}{84}$

0,318 < số mol 2 muối < 0,3785



$$MgCO_3 + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

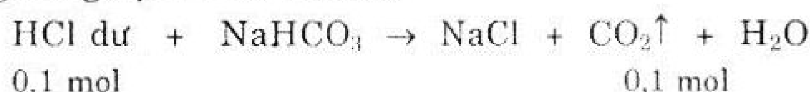
0,3785 mol   0,757 mol

$n_{HCl} = 0,8$ mol

Số mol hỗn hợp < 0,3785 mol $\Rightarrow$ Số mol HCl phản ứng < 0,757mol

$\Rightarrow$ HCl dư, muối hết.

* Trong dung dịch Y có HCl dư:

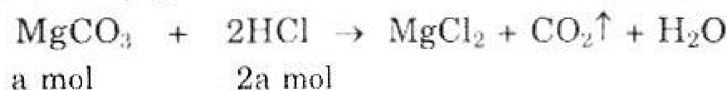


$$HCl \text{ dư} + NaHCO_3 \rightarrow NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$$

0,1 mol   0,1 mol

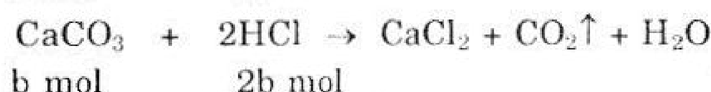
$n_{CO_2} = 0,1$ mol

Số mol HCl tác dụng với 2 muối = 0,8 − 0,1 = 0,7mol



$$MgCO_3 + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

a mol   2a mol



$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

b mol   2b mol

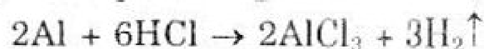
$$\begin{cases} 84a + 100b = 31,8 \\ 2a + 2b = 0,7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,2 \text{ mol} \\ b = 0,15 \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow m_{MgCO_3} = 16,8g \text{ và } m_{CaCO_3} = 15g.$$

23. Hoà tan hoàn toàn 33g hỗn hợp X gồm Fe và Al vào 600ml dung dịch HCl 1,5M. Hỏi hỗn hợp X có tan hết không?

HƯỚNG DẪN GIẢI

$n_{HCl} = 0,6 \times 1,5 = 0,9$ mol

Phương trình phản ứng:



$$2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$$



$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$$

Biện luận: Giả sử hỗn hợp kim loại chỉ là Fe thì số mol HCl đã phản ứng là $\dfrac{33}{56} \times 2 = 1,18$ mol

Giả sử hỗn hợp kim loại chỉ là Al thì số mol HCl đã phản ứng là:

$\dfrac{33}{27} \times 3 = 3,66$ mol

Số mol HCl muốn hoà tan hết 33g hỗn hợp có trong khoảng:

$1,18 < n_{HCl} < 3,66$

Như vậy hỗn hợp X không tan hết.

24. Cho 3,87g hỗn hợp A gồm Mg và Al vào 250ml dung dịch X chứa axit HCl 1M và H_2SO_4 0,5M thu được dung dịch B và 4,368 lít H_2 (đktc). Hãy chứng minh rằng trong dung dịch B còn dư axit.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Viết các phương trình phản ứng của Mg, Al tác dụng với dung dịch axit HCl và H_2SO_4

$$n_{H_2} = 0,195 \text{ mol} \rightarrow n_H = 0,39 \text{ mol}$$

$$n_{HCl} = 0,25 \text{ mol} \rightarrow n_H = 0,25 \text{ mol}$$

$$n_{H_2SO_4} = 0,125 \text{ mol} \rightarrow n_H = 0,25 \text{ mol}$$

Tổng số $n_H = 0,25 + 0,25 > 0,39$ mol

Vậy axit còn dư.

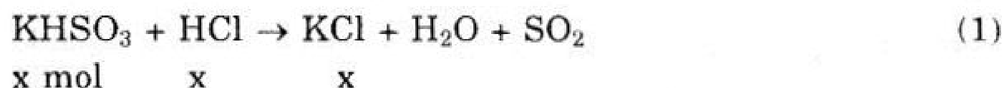
25. Cho 39,6g hỗn hợp gồm $KHSO_4$ và K_2CO_3 và 400g dung dịch HCl 7,3%, khi xong phản ứng thu được hỗn hợp khí (X) có tỉ khối so với khí hiđro bằng 25,33 và một dung dịch A.

a) Bằng biện luận hãy chứng minh axit còn dư.

b) Tính C% các chất trong dung dịch A.

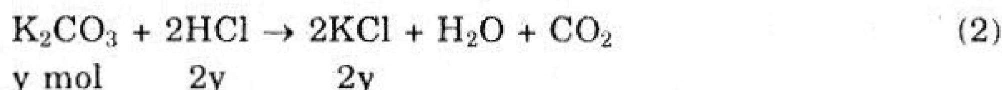
HƯỚNG DẪN GIẢI

a) $KHSO_3$ (M = 120) ; K_2CO_3 (M' = 138)



$KHSO_3 + HCl \rightarrow KCl + H_2O + SO_2$ (1)

x mol   x   x



$K_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2KCl + H_2O + CO_2$ (2)

y mol   2y   2y

Do $n_{hh\ 2\ muối} < \dfrac{39,6}{120} = 0,33 < n_{HCl\ (bđ)} = 0,8$ mol $\Rightarrow$ HCl dư.

b) Ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} 120x + 138y = 39,6 \\ \dfrac{64x + 44y}{x + y} = 25,33 \times 2 = 50,66 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} x = 0,1mol \\ y = 0,2mol \end{matrix}$$

Ta có: $n_{KCl\ (1)\ \&\ (2)} = x + 2y = 0,5$ mol

$$n_{HCl\ dư} = 0,8 - 0,5 = 0,3 \text{ mol}$$

$$m_{dd\ (A)} = 400 + 39,6 - 64 \times 0,1 - 44 \times 0,2 = 424,4 \text{ g}$$

$$\Rightarrow \quad C\%\ (KCl) = \frac{0,5 \times 74,5}{424,4} \times 100\% = 8,78\%$$

$$C\%\ (HCl\ dư) = \frac{0,3 \times 36,5}{424,4} \times 100\% = 2,58\%.$$

26. Hoà tan hết 5,6g hỗn hợp A gồm 2 kim loại X (có hoá trị y) và Y (có hoá trị x) trong dung dịch HCl (dung dịch B) rồi sau đó cô cạn dung dịch thu được 19,8g muối khan.

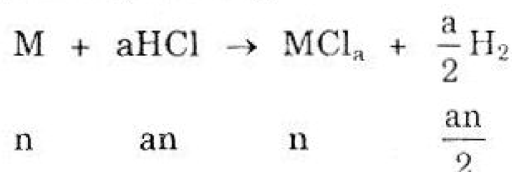
a) Tính thể tích khí hiđro sinh ra.

b) Nếu cho 11,2g hỗn hợp A tác dụng với 500ml dung dịch B cho 8,4 lít H_2 (đktc) thì dung dịch B có dư axit HCl không?

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Gọi M là kí hiệu chung của 2 kim loại của X và Y có hoá trị trung bình là a và n là tổng của hai kim loại.

Phương trình phản ứng:



$$M + aHCl \rightarrow MCl_a + \frac{a}{2}H_2$$

$$n \quad\quad an \quad\quad n \quad\quad \frac{an}{2}$$

Theo đầu bài ta có hệ phương trình: $\begin{cases} Mn = 5,6 \\ (M + 35,5a)n = 19,8 \end{cases}$

Giải hệ phương trình trên ta có: $an = 0,4$

$V_{H_2} = 0,2 \times 22,4 = 4,48$ lít.

b) Khi cho 5,6g hỗn hợp A tác dụng với dung dịch HCl cho 4,48 lít. Nếu cho 11,2g hỗn hợp A tác dụng với dung dịch cho 8,96 lít.

Theo đầu bài cho $V_{H_2} = 8,4 < 8,96$ lít, vậy kim loại còn dư, axit HCl phản ứng hết.

27. Cho 31,8 gam hỗn hợp 2 muối $MgCO_3$ và $CaCO_3$ vào 0,8 lít dung dịch HCl 1M thu được dung dịch (Z).

a) Hỏi dung dịch (Z) có dư axit không?

b) Lượng CO_2 có thể thu được bao nhiêu?

c) Cho vào dung dịch (Z) một lượng dung dịch $NaHCO_3$ dư, thì thể tích khí CO_2 thu được là 2,24 lít (đktc). Tính khối lượng mỗi muối trong hỗn hợp (X).

HƯỚNG DẪN GIẢI



a) $MgCO_3 + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O + CO_2$



x mol 2x x x



$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$



y mol 2y y y

Dung dịch (Z): $MgCl_2$ (x mol) ; $CaCl_2$ (y mol)

$2(x + y) = 0,8$ mol (1)

$84x + 100y = 31,8$ (2)

Nếu $x = 0 \Rightarrow y = 0,318$ mol

Nếu $y = 0 \Rightarrow x = 0,379$ mol

$0,318 < (x + y) < 0,379$

Vậy dung dịch (Z) còn axit HCl vì $2(x + y) < 2 \times 0,379 < 0,8$.

b) Khí CO_2 thu được trong khoảng: $0,318 < x+y < 0,379$ mol



$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$$

$$n_{HCl\ dư} = n_{CO_2} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ mol}$$

(1) $\Rightarrow 0,8 - 2(x+y) = 0,1 \Rightarrow x + y = 0,35$ (3)

(2) và (3) suy ra: $\begin{cases} x = 0,2 \text{ mol} \\ y = 0,15 \text{ mol} \end{cases}$

Từ đó tính được khối lượng của $MgCO_3$ và $CaCO_3$.

28. Hoà tan 13,2 gam hỗn hợp A gồm hai kim loại có cùng hoá trị vào 400ml dung dịch HCl 1,5M. Cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được 32,7 gam hỗn hợp muối khan.

a) Chứng minh hỗn hợp A không tan hết.

b) Tính thể tích hiđro sinh ra.

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Gọi M và N là kí hiệu của 2 kim loại và x, y là mol của chúng.

Phương trình phản ứng:



$$2M + 2nHCl \rightarrow 2MCl_n + nH_2$$



x mol nx x 0,5nx



$$2N + 2nHCl \rightarrow 2NCl_n + nH_2$$



y mol ny y 0,5ny

$n_{HCl} = 0,4 \times 1,5 = 0,6$ mol $= n(x + y)$

$(N + 35,5n)y + (M + 35,5n)x = 32,7$

$(Ny + Mx) + 35,5(x + y) = 2,7$

$Ny + Mx = 11,4 < 13,2$ nên hỗn hợp A không tan hết.

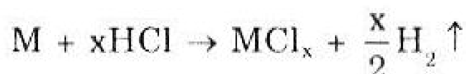
$V_{H_2} = 22,4 \times 0,5n(x + y) = 6,72$ lít.

29. Cho 5,6g kim loại M vào 100g dung dịch HCl, cô cạn dung dịch trong điều kiện không có không khí thu được 10,925g chất rắn khan. Thêm tiếp 50g dung dịch HCl trên vào chất rắn khan trên. Cô cạn dung dịch trong điều kiện không có không khí thu được 12,70g chất rắn.

Xác định nồng độ của dung dịch HCl đã dùng và tìm kim loại M. Biết rằng các phản ứng xảy ra hoàn toàn.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Gọi M là kí hiệu, nguyên tử khối của kim loại



$$M + xHCl \rightarrow MCl_x + \frac{x}{2}H_2\uparrow$$

Chất rắn thu được là muối MCl_x có thể còn kim loại M chưa phản ứng hết. Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$$m_{Cl\ trong\ muối} = 10,925 - 5,6 = 5,325g.$$

Thêm dung dịch HCl, thấy khối lượng chất rắn sau khi cô cạn vẫn tăng, như vậy ở trường hợp trên kim loại M còn dư và HCl đã phản ứng hết.

$$n_{Cl\ trong\ muối} = n_{HCl\ phản\ ứng} = \frac{5,325}{35,5} = 0,15 \text{ mol}$$

$$C\%\ HCl = \frac{0,15 \times 36,5}{100} \times 100\% = 5,475\%.$$

Thêm 50g dung dịch HCl (thêm ½ lượng HCl trong lần đầu) thì khối lượng chất rắn tăng: $12,7 - 10,925 = 1,775g < \frac{5,325}{2}$.

Như vậy, trường hợp sau HCl còn dư, kim loại M đã phản ứng hết. Vậy 12,7g chính là khối lượng của MCl_x

Ta có: $\frac{5,6}{M} = \frac{12,7}{M + 35,5x}$

Với x = 2 ; M = 56 là nghiệm phù hợp

Kim loại M là Fe.

30. Hỗn hợp A gồm hai kim loại Mg và Zn. Dung dịch B là dung dịch HCl nồng độ x mol.

Thí nghiệm 1: Cho 20,2g hỗn hợp A vào 2 lít dung dịch B thì thoát ra 8,96 lít H_2 (đktc).

Thí nghiệm 2: Cho 20,2g hỗn hợp A vào 3 lít dung dịch B thì thoát ra 11,2 lít H_2 (đktc).

Tính x và thành phần % khối lượng mỗi kim loại trong A?

HƯỚNG DẪN GIẢI

Gọi a, b là số mol của Mg và Zn trong 20,2g hỗn hợp A



$$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2 \quad (1)$$



$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \quad (2)$$

– Xét thí nghiệm 1: Theo (1) và (2)

$$n_{HCl\ phản\ ứng} = 2n_{H_2} = 2 \times \frac{8,96}{22,4} = 0,8 \text{ mol}$$

Vậy n_{HCl} tối thiểu có trong 2 lít dung dịch là 0,8 mol

Vậy n_{HCl} tối thiểu có trong 3 lít dung dịch là: $\frac{0,8 \times 3}{2} = 1,2$ mol

– Xét thí nghiệm 2: Theo (1) và (2)

$$n_{HCl\ phản\ ứng} = 2n_{H_2} = 2 \times \frac{11,2}{22,4} = 1 \text{ mol} < 1,2 \text{ mol}$$

Vì $n_{HCl\ phản\ ứng} < n_{HCl}$ tối thiểu có trong 3 lít dung dịch B nên HCl dư, A tan hết.

Vì cùng lượng hỗn hợp A (= 20,2g) và n_{H_2} thoát ra ở thí nghiệm 1 là 0,8 mol < 1 mol chứng tỏ A chưa tan hết ở thí nghiệm 1.

Thí nghiệm 1: $x = [HCl] = \frac{n_{HCl}}{V_{ddB}} = \frac{0,8}{2} = 0,4M$.

Thí nghiệm 2: ta có hệ $\begin{cases} 24a + 65b = 20,2 & (1) \\ 2a + b = 1 & (2) \end{cases}$

Giải hệ (1) và (2) ta có: $\begin{cases} a = 0,3 \\ b = 0,2 \end{cases}$

$$\%Mg = \frac{0,3 \times 24}{20,2} \times 100 = 35,64\%$$

$$\%Zn = 100 - 35,64 = 64,36\%.$$

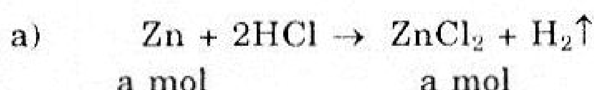
31. Cho 18,6 gam hỗn hợp Zn và Fe vào 500ml dung dịch HCl x mol/l. Khi phản ứng hoàn toàn, cô cạn dung dịch thu được 34,575 gam chất rắn. Lặp lại thí nghiệm trên với 800ml dung dịch HCl rồi cô cạn thu được 39,9g chất rắn.

a) Hãy chứng minh axit HCl dư.

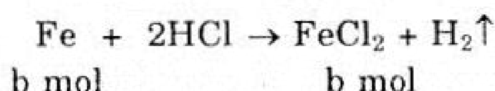
b) Tính x.

HƯỚNG DẪN GIẢI

a)


$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$

a mol $\quad$ a mol


$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

b mol $\quad$ b mol

Trong thí nghiệm 2: khối lượng chất rắn là 39,9g > 34,575g. Vậy trong thí nghiệm 1 còn dư kim loại.

Giả sử trong thí nghiệm 2: Axit HCl phản ứng hết

500ml dung dịch HCl phản ứng khối lượng tăng (34,575 – 18,6)g = 15,975g

800ml dung dịch HCl phản ứng khối lượng tăng:

$$\frac{800 \times 15,975}{500} = 25,56\text{g}$$

Theo đề bài khối lượng tăng thêm: 39,9 – 18,6 = 21,3g.

Vậy HCl dư, hỗn hợp kim loại phản ứng hết.

b) 
$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

x mol


$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$

y mol

$$136x + 127y + (13 - 65x) + 95,6 - 56y) = 34,575$$

$\Rightarrow x + y = 0,225$

$n_{HCl} = 2(x + y) = 2 \times 0,225 = 0,45$ mol

$C_{M(HCl)} = \dfrac{0,45}{0,5} = 0,9M$.

32. Hoà tan 2,74g kim loại M nhóm A vào 200ml dung dịch HCl 0,1M thu được dung dịch A và 0,448 lít khí H_2 (đktc). Tìm kim loại M.

HƯỚNG DẪN GIẢI


$$2M + 2xHCl \rightarrow 2MCl_x + xH_2 \qquad (1)$$

$n_{HCl} = 0,2 \times 0,1 = 0,02$ mol

$n_{H_2} = \dfrac{0,448}{22,4} = 0,02$ mol

Theo (1) $n_{HCl} = 2n_{H_2} = 0,04$ mol > n_{HCl} trong dung dịch. Vậy đã có phản ứng của M với H_2O trong dung dịch


$$2M + 2xH_2O \rightarrow 2M(OH)_x + xH_2 \qquad (2)$$

Theo (1), (2) ta có: $n_{H_2} = \dfrac{x}{2} \times n_M$; hay $\dfrac{x}{2} \times \dfrac{2,74}{M} = 0,02$ mol

$M = 68,5x$ với $x = 2$ ta có $M = 137$.

Vậy kim loại là bari (Ba).

33. Hoà tan 4g hỗn hợp gồm Fe và một kim loại hoá trị II vào dung dịch HCl thì thu được 2,24 lít khí H_2 (đo ở đktc). Nếu chỉ dùng 2,4g kim loại hoá trị II cho vào dung dịch HCl thì dùng không hết 500ml dung dịch HCl 1M. Tìm tên của kim loại hoá trị II.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Gọi M là kí hiệu, nguyên tử khối của kim loại hoá trị II


$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow \qquad (1)$$


$$M + 2HCl \rightarrow MCl_2 + H_2\uparrow \qquad (2)$$

$n_{Fe+M} = n_{H_2} = \dfrac{2,24}{22,4} = 0,1$ mol

Khối lượng nguyên tử trung bình của hai kim loại

$$\overline{A} = \frac{4}{0,1} = 40$$

Trong hỗn hợp này Fe có khối lượng nguyên tử bằng 56 > 40. Vậy M < 40.

n_{HCl} = 0,5 mol, khi cho tác dụng với M thì HCl còn dư $n_M = \frac{1}{2}n_{HCl}$ nên $n_M < 0,25$.

$$n_M = \frac{2,4}{M} < 0,25 \Rightarrow \frac{2,4}{0,25} < M$$

9,6 < M < 40 ⇒ M có hoá trị II vậy M = 24 (Mg).

BÀI TẬP TỰ GIẢI

34. Phân tích một dung dịch hỗn hợp các muối, đã tìm thấy các ion Na^+, Cl^-, Br^-, I^-. Sau khi làm khô 20ml dung dịch này thu được 1,732 gam chất rắn. Lấy 20ml dung dịch muối trên lắc với brom rồi làm bay hơi thu được 1,685 gam chất rắn khô. Sau đó cho clo tác dụng với 20ml dung dịch trên, sau khi bay hơi thu được 1,4625 gam kết tủa khô.

a) Tính nồng độ ion gam/lít của từng ion trong dung dịch.

b) Tính khối lượng brom và iot có thể điều chế được từ $1m^3$ dung dịch.

35. Có hỗn hợp NaI và NaBr. Hoà tan hỗn hợp trong nước. Cho brom dư vào dung dịch. Sau khi phản ứng thực hiện xong, làm bay hơi dung dịch, làm khô sản phẩm thì thấy khối lượng sản phẩm nhỏ hơn khối lượng hỗn hợp 2 muối ban đầu là m gam.

Hoà tan sản phẩm trong nước và cho clo lội qua cho đến dư. Làm bay hơi dung dịch và làm khô chất còn lại, người ta thấy khối lượng chất thu được nhỏ hơn khối lượng muối phản ứng là m gam.

Xác định % về khối lượng của NaBr trong hỗn hợp đầu.

36. Có hỗn hợp gồm hai muối NaCl và NaBr. Khi cho dung dịch $AgNO_3$ vừa đủ vào hỗn hợp trên người ta thu được lượng kết tủa bằng khối lượng $AgNO_3$ tham gia phản ứng. Tìm % khối lượng mỗi muối trong hỗn hợp đầu.

37. Hỗn hợp A gồm bột Al và S. Cho 13,275 gam A tác dụng với 400ml HCl 2M thu được 8,316 lít khí H_2 tại $27,3^0C$ và 1 atm; trong bình sau phản ứng có dung dịch B. Nếu nung nóng 6,6375 gam A trong bình kín không có oxi tới nhiệt độ thích hợp được chất D. Hoà tan D trong 200ml HCl 2M được khí E và dung dịch F.

a) Hãy tính nồng độ các chất và các ion trong dung dịch B, dung dịch F.

b) Tính pH của mỗi dung dịch đó và nêu rõ nguyên nhân phải tạo pH thấp như vậy?

c) Dẫn khí E (đã được làm khô) qua ống sứ chứa 31,5 gam bột CuO nung nóng tới nhiệt độ thích hợp (không có oxi của không khí). Phản ứng xong ta thu được những chất nào? Tính lượng mỗi chất đó. (Biết trong sản phẩm: chất rắn là nguyên chất, tính theo gam; chất khí bay hơi đo tại 100^0C, 1 atm, khi tính số mol, được lấy tới chữ số 5 sau phẩy).

(Đề thi học sinh giỏi Hoá học Quốc gia 1995)

38. a) Cho các axit sau: $HClO_3$ (1); HIO_3 (2); $HBrO_3$ (3). Sắp xếp theo chiều tính axit mạnh dần. Chọn dãy sắp xếp:

A. (1) < (2) < (3) B. (3) < (2) < (1) C. (1) < (3) < (2)

D. (2) < (3) < (1) E. Tất cả đều sai.

b) Cho các axit sau: HClO (1); HIO (2); HBrO (3). Sắp xếp theo chiều tính oxi hoá và độ bền mạnh dần. Chọn dãy sắp xếp:

A. (1) > (2) > (3) B. (3) > (2) > (1) C. (1) > (3) > (2)

D. (2) > (1) > (3) E. Tất cả đều sai.

39. Bình cầu A chứa khí HCl, bình cầu B chứa khí NH_3, thể tích A gấp 3 lần thể tích B. Cho từ từ nước vào đầy mỗi bình thì thấy khí chứa trong đó tan hết. Sau đó trộn dung dịch trong 2 bình đó với nhau. Tính nồng độ mol/l của các chất trong dung dịch sau khi trộn.

40. Có hỗn hợp gồm NaI và NaBr. Hoà tan hỗn hợp vào nước. Cho brom dư vào dung dịch. Sau khi phản ứng thực hiện xong, làm bay hơi dung dịch, làm khô sản phẩm thì thấy khối lượng của sản phẩm nhỏ hơn khối lượng hỗn hợp 2 muối ban đầu là m gam. Lại hoà tan sản phẩm vào nước và cho clo lội qua cho đến dư. Làm bay hơi dung dịch và làm khô chất còn lại người ta thấy khối lượng chất thu được lại nhỏ hơn khối lượng muối phản ứng là m gam.

Tính thành phần phần trăm về khối lượng của NaBr trong hỗn hợp đầu.

41. Khi cho 1 lít hỗn hợp các khí H_2, Cl_2 và HCl đi qua dung dịch KI, thu được 2,54g iot và còn lại một thể tích là 500ml (các khí đo ở đktc). Tính thành phần phần trăm số mol hỗn hợp khí.

42. Hoà tan 104,25g hỗn hợp các muối NaCl và NaI vào nước. Cho đủ khí clo đi qua rồi đun cạn. Nung chất rắn thu được cho đến khi hết hơi màu tím bay ra. Bả rắn còn lại sau khi nung nặng 58,5g. Tính thành phần % khối lượng hỗn hợp 2 muối.

43. Có một hỗn hợp gồm NaCl và NaBr cho hỗn hợp đó tác dụng với dung dịch $AgNO_3$ dư thì tạo ra kết tủa có khối lượng bằng khối lượng của bạc nitrat đã tham gia phản ứng. Tính thành phần phần trăm khối lượng NaCl trong hỗn hợp đầu.

44. Sục khí clo vào dung dịch NaBr và NaI đến phản ứng hoàn toàn ta thu được 1,17g NaCl. Xác định số mol hỗn hợp NaBr và NaI có trong dung dịch ban đầu.

45. Khi điện phân 500ml dung dịch CaI_2 với điện cực platin có màng ngăn thu được $5,35.10^{-3}$ mol I_2. Số Faraday đi qua dung dịch và pH của dung dịch là:

	Số Faraday	pH
A	107.10^{-4}	12,33
B	$10,7.10^{-3}$	12,33
C	107.10^{-7}	13,22
D	107.10^{-3}	13,22

46. Cho rất từ từ dung dịch A chứa a mol HCl vào dung dịch B chứa b mol Na_2CO_3 (a < 2b) thu được dung dịch C và V lít khí.

Nếu cho dung dịch B vào dung dịch A thu được dung dịch D và V_1 (lít) khí. Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn, các thể tích khí đo ở điều kiện tiêu chuẩn. Tìm biểu thức toán học nêu mối quan hệ giữa V và V_1 với a, b.

47. Dẫn hai luồng khí clo đi qua hai dung dịch KOH: dung dịch một loãng và nguội; dung dịch hai đậm đặc đun nóng tới 100^0C.

a) Nếu lượng muối KCl sinh ra trong hai dung dịch bằng nhau thì tỉ lệ thể tích khí clo đi qua dung dịch KOH loãng và dung dịch KOH đặc là bao nhiêu?

b) Trong dung dịch đậm đặc và nóng, lượng KOH tác dụng vừa đủ với 11,94 lít khí Clo đó ở 27^0C và 70cmHg. Làm bốc hết hơi nước và đem nhiệt phân chất rắn với MnO_2 làm xúc tác. Cho biết thể tích phân tử gam chất khí ở 0^0C, 76cmHg bằng 22,4 lít. Tính thể tích khí và khối lượng chất rắn có được sau khi nhiệt phân.

48. Điện phân NaCl với bình điện phân không có màng ngăn, thu được ở catot V lít khí (đktc). Biết thời gian điện phân là 33 phút 20 giây với cường độ dòng điện I = 0,193A.

a) Tính V ?

b) Nếu bình điện phân trên có màng ngăn thì sau khi điện phân, phải cần bao nhiêu ml dung dịch HCl 0,1M để trung hoà hoàn toàn dung dịch sau điện phân.

49. Lấy 14,4 gam hỗn hợp Y gồm bột Fe và Fe_xO_y hoà tan hết trong dung dịch HCl 2M được 2,24 lít khí ở 273^0C, 1 atm. Cho dung dịch thu được tác dụng với dung dịch NaOH dư. Lọc lấy kết tủa, làm khô và nung đến khối lượng không đổi được 16 gam chất rắn.

a) Tính tỉ lệ % khối lượng của các chất trong hỗn hợp Y.

b) Công thức Fe_xO_y.

c) Tính thể tích dung dịch HCl tối thiểu cần lấy để hoà tan.

50. Cho m (g) hỗn hợp gồm NaBr, NaI phản ứng với dung dịch H_2SO_4 đặc nóng thu được hỗn hợp khí A ở điều kiện tiêu chuẩn. Ở điều kiện thích hợp A phản ứng vừa đủ với nhau tạo chất rắn có màu vàng và một chất lỏng không chuyển màu quỳ tím. Cho Na dư vào phần lỏng được dung dịch B. Dung dịch B hấp thu vừa đủ với 2,24l CO_2 (điều kiện chuẩn) được 9,5g muối. Tính m.

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

34. a) Gọi n_1, n_2, n_3, n_4 số mol ion Cl^-, Br^-, I^-, Na^+ có trong 20ml dung dịch

Theo đề bài ta lập được hệ phương trình:

$$\begin{cases} n_1 + n_2 + n_3 = n_4 & (1) \\ 35,5n_1 + 80n_2 + 127n_3 + 23n_4 = 1,732 & (2) \\ 35,5n_1 + 80n_2 + 80n_3 + 23n_4 = 1,685 & (3) \\ 35,5n_1 + 35,5n_2 + 35,5n_3 + 23n_4 = 1,4625 & (4) \end{cases}$$

– Giải ra: $n_1 = 0,02$, $n_2 = 0,004$; $n_3 = 0,001$; $n_4 = 0,025$

– Nồng độ:

$$[Na^+] = \frac{0,025 \times 1000}{20} = 1,25 \text{ ion gam } Na^+/\text{lít}$$

$$[Cl^-] = \frac{0,02 \times 1000}{20} = 1 \text{ ion gam } Cl^-/\text{lít}$$

$$[Br^-] = \frac{0,004 \times 1000}{20} = 0,2 \text{ ion gam } Br^-/\text{lít}$$

$$[I^-] = \frac{0,001 \times 1000}{20} = 0,05 \text{ ion gam } I^-/\text{lít.}$$

b) Khối lượng brom, iot có thể điều chế từ $1m^3$ hỗn hợp dung dịch các muối:

$m_{Br_2} = 80 \times 0,2 = 16kg$

$m_{I_2} = 127 \times 0,05 = 6,35kg.$

35. Gọi số mol NaI, NaBr là a mol, b mol.

Viết phương trình phản ứng và dựa vào khối lượng muối thay đổi rút ra:

$\frac{a}{b} = 17,8$; $b = 1 \rightarrow a = 17,8$

%NaBr = 3,7%; %NaI = 96,3%.

36. $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$

a mol a mol a mol



$NaBr + AgNO_3 \rightarrow AgBr + NaNO_3$

b mol b mol b mol

$143,5a + 188b = 170(a + b)$

$188b - 170b = 170a - 143,5a$

$$\frac{a}{b} = \frac{18}{26,5}$$

$$\frac{m_{NaCl}}{m_{NaBr}} = \frac{18 \times 58,5}{26,5 \times 103} = \frac{1053}{2729,5}$$

$$\%NaCl = \frac{1053}{3782,5} \times 100\% = 27,84\%;$$

$\%NaBr = 100 - 27,84 = 72,16\%.$

37. a) $[Al^{3+}] = 0,5625M$; $[Cl^-] = 2M$; $[H_3O^+] = 0,3125M$.

b) pH = 0,5.

c) 25,2 gam Cu; 3,4431 lít SO_2.

38. a) Câu trả lời đúng: D

b) Câu trả lời đúng: C

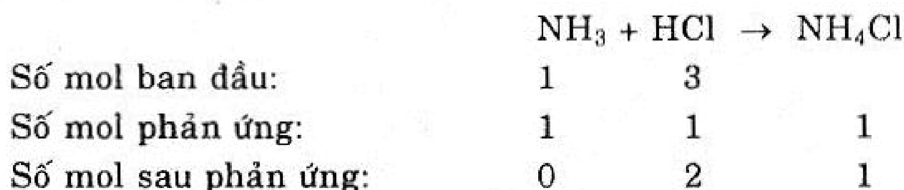
a) Do tính phi kim của Cl > Br > I cho nên tính axit:



$HClO_3 > HBrO_3 > HIO_3$.

b) Do tính phi kim của Cl > Br > I cho nên tính oxi hoá và độ bền: HClO > HBrO > HIO.

39. Lấy $n_{NH_3} = 1$ mol (tương ứng 22,4 lít) thì $n_{HCl} = 3$ mol (tương ứng $3 \times 22,4$ lít). Theo phương trình phản ứng:



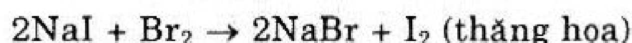
	NH_3 +	HCl →	NH_4Cl
Số mol ban đầu:	1	3	
Số mol phản ứng:	1	1	1
Số mol sau phản ứng:	0	2	1

Vậy ta có : $C_{M\,(HCl\ dư)} = \dfrac{2}{4 \times 22,4} = 0,22M$

$$C_{M\,(NH_4Cl)} = \frac{1}{4 \times 22,4} = 0,011M.$$

40. Dùng phương pháp tăng giảm khối lượng:

Gọi x là số mol NaI, y là số mol NaBr trong hỗn hợp.



$2NaI + Br_2 \rightarrow 2NaBr + I_2$ (thăng hoa)

Chuyển 1 mol NaI thành 1 mol NaBr khối lượng giảm:

150 - 103 = 47 gam

Vậy chuyển x mol NaI thành x mol NaBr khối lượng giảm:

47x gam = m



$2NaBr + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + Br_2$

Chuyển 1 mol NaBr thành 1 mol NaCl khối lượng giảm:

$$103 - 58,5 = 44,5 \text{ gam}$$

Vậy chuyển (x + y) mol NaBr thành (x + y) mol NaCl khối lượng giảm:

$$44,5(x + y) = m$$

Ta có: $47x = 44,5(x + y) \Rightarrow x : y = 17,8 : 1$

Vậy % khối lượng NaBr trong hỗn hợp là:

$$\frac{103}{103 + 150 \times 17,8} \times 100\% = 3,7\%.$$

41. Khi cho hỗn hợp H_2, Cl_2, HCl đi qua dung dịch KI, HCl tan vào dung dịch, Cl_2 tác dụng với KI, còn H_2 không bị hấp thụ, còn lại:

$$V_{H_2} = 500 \text{ ml} = 0,5 \text{ lít} \Rightarrow \quad \%H_2 = 50\%$$

Theo phản ứng:



$$Cl_2 + 2KI \rightarrow I_2 + 2KCl$$

$$n_{Cl_2} = n_{I_2} = \frac{2,54}{254} = 0,01 \text{ mol}$$

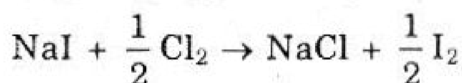
$$V_{Cl_2} = 0,01 \times 22,4 = 0,22 \text{ lít}$$

$$\%Cl_2 = \frac{0,224}{1} \times 100\% = 22,4\%$$

$$\%HCl = 100 - 50 - 22,4 = 27,6\%.$$

42. Gọi x, y lần lượt là số mol NaCl và NaI trong 104,25g hỗn hợp muối, ta có: $58,5x + 150y = 104,25$

Khi cho Cl_2 đi qua, phản ứng xảy ra:



$$NaI + \frac{1}{2}Cl_2 \rightarrow NaCl + \frac{1}{2}I_2$$

y mol y mol

Ta có: $58,5x + 58,5y = 58,5$

Giải hệ 2 phương trình: $x = y = 0,5$

$$\%NaCl = \frac{0,5 \times 58,5}{104,25} \times 100\% = 28,06\%$$

$$\%NaI = 71,94\%.$$

43. Gọi x, y là số mol NaCl và NaBr trong hỗn hợp. Đặt x + y = 1, nghĩa là khối lượng $AgNO_3$ đã tham gia phản ứng là 170g



$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$$



$$NaBr + AgNO_3 \rightarrow AgBr + NaNO_3$$

Khi đã đặt khối lượng $AgNO_3$ tham gia phản ứng là 170g (1mol) thì $NaNO_3$ tạo thành cũng là 1 mol : 85g; khối lượng kết tủa tạo thành là

170g. Theo định luật bảo toàn khối lượng, suy ra khối lượng hỗn hợp NaCl và NaBr = 85g.

Ta có phương trình: $\begin{cases} x + y = 1 \\ 58,5x + 103y = 85 \end{cases}$

Giải ra ta có: x = 0,405 và y = 0,595

$$\%m_{NaCl} = \frac{0,405 \times 58,5}{0,405 \times 58,5 + 0,595 \times 103} \times 100\% = 27,88\%.$$

44. Theo các phản ứng:



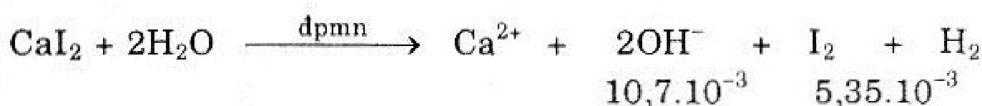
$Cl_2 + 2NaBr \rightarrow 2NaCl + Br_2$



$Cl_2 + 2NaI \rightarrow 2NaCl + I_2$

$$\sum(n_{NaBr} + n_{NaI}) = n_{NaCl} = \frac{1,17}{58,5} = 0,02 \text{ mol.}$$

45. Đáp số đúng: B



$$CaI_2 + 2H_2O \xrightarrow{dpmn} Ca^{2+} + \underset{10,7.10^{-3}}{2OH^-} + \underset{5,35.10^{-3}}{I_2} + H_2$$

$$m_{I_2} = \frac{1}{96500} \times \frac{127 \times 2}{2} It$$

$$127 \times 2 \times 5,35.10^{-3} = \frac{1}{96500} \times \frac{127 \times 2}{2} It \text{ ; } It = 10,7.10^{-3} \text{ Faraday}$$

$$[OH^-] = \frac{10,7 \times 10^{-3}}{0,5} = 21,4.10^{-3};$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{2,14.10^{-2}} = 4,67.10^{-13}$$

$$pH = -\lg(4,67.10^{-13}) \Rightarrow pH = 12,33.$$

46. (a–b)22,4.

47. a) 5/3.

b) 5 lít.

48. a) 0,448 lít.

b) $40cm^3$.

49. a) 19,44% và 80,56%.

b) Fe_3O_4.

c) 0,25 lít.

50. 195,45g.

CHƯƠNG 7

NHÓM OXI

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NHỚ

I. Một số đặc điểm của nhóm VIA

1. Những nguyên tố trong nhóm VIA

• Các nguyên tố nhóm VIA của bảng hệ thống tuần hoàn là oxi (O); lưu huỳnh (S); selen (Se); telu (Te); và poloni (Po) (Po là nguyên tố phóng xạ).

• Tất cả các nguyên tố của phân nhóm này, (trừ poloni) đều là phi kim, hoạt động hoá học tương đối mạnh. So với các nguyên tố halogen tương ứng cùng chu kì mức độ có yếu hơn.

• Các nguyên tố của nhóm VIA có thể phản ứng trực tiếp với các kim loại tạo các quặng (quặng oxit hoặc quặng sunfua) nên phân nhóm này còn có tên gọi là nhóm hacogen.

• Quan trọng nhất về mặt lí thuyết cũng như về mặt ứng dụng là oxi. Lưu huỳnh cũng rất quan trọng trong thực tế. Poloni là một nguyên tố hiếm và phóng xạ.

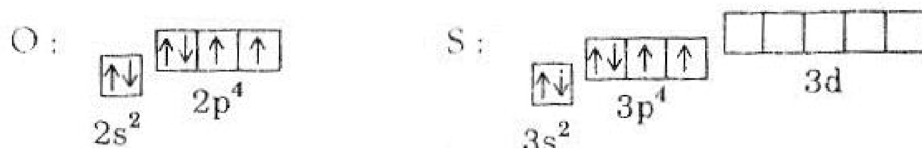
2. Cấu tạo nguyên tử của các nguyên tố trong phân nhóm chính nhóm VI

– Các nguyên tử của các nguyên tố trong phân nhóm này đều chứa sáu electron ở lớp vỏ bên ngoài là ns^2np^4, nên có xu hướng thu thêm 2 electron để có cấu hình electron của khí hiếm



$$X + 2e \longrightarrow X^{2-}$$

– Nguyên tử oxi khác với các nguyên tử của các nguyên tố khác là không có phân mức d ở lớp electron bên ngoài, nên chỉ có số oxi hoá –2



• Nguyên tử S, Te khi bị kích thích các electron ở phân lớp s và phân lớp p có thể nhảy lên phân lớp d còn trống để tạo thành 4 (số oxi hoá +4) hoặc 6 (số oxi hoá +6) electron độc thân.

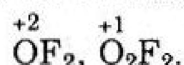
• Một số hợp chất của các nguyên tố phân nhóm chính nhóm VI

Các nguyên tố / Hợp chất	O	S	Se	Te
Hợp chất với hiđro	H_2O	H_2S	H_2Se	H_2Te
Các oxit điển hình		RO_2, RO_3		
Các axit điển hình		H_2RO_3, H_2RO_4 Tính axit giảm từ $H_2SO_4 \rightarrow H_2TeO_4$		

II. Oxi

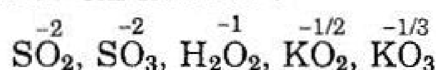
1. Số oxi hoá và các dạng thù hình

• Oxi có số oxi hoá +1, +2 trong các hợp chất với flo:



$\overset{+2}{O}F_2$, $\overset{+1}{O_2}F_2$.

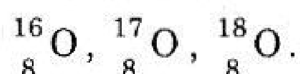
– Oxi có số oxi hoá âm :



$S\overset{-2}{O_2}$, $S\overset{-2}{O_3}$, $H_2\overset{-1}{O_2}$, $K\overset{-1/2}{O_2}$, $K\overset{-1/3}{O_3}$

– Ngoài dạng O_2, ta còn gặp dạng thù hình của oxi là O_3 (O_3 : O=O→O) có trong khí quyển ở độ cao khoảng từ 10km đến 30km giúp ngăn chặn bớt tia tử ngoại từ ngoài vũ trụ đi vào trái đất.

– Oxi tồn tại trong tự nhiên dưới 3 dạng đồng vị bền:



$^{16}_{8}O$, $^{17}_{8}O$, $^{18}_{8}O$.

2. Tính chất hoá học

a) Tác dụng với các đơn chất

• *Tác dụng với các kim loại:*

– Oxi tác dụng trực tiếp với tất cả các kim loại trừ Au, Pt. (đối với Ag tác dụng ở nhiệt độ khoảng 200°C)



$$3Fe + 2O_2 \xrightarrow{t^0} Fe_3O_4$$

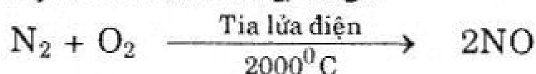


$$2Cu + 2H_2SO_4 + O_2 \xrightarrow{t^0} 2CuSO_4 + 4H_2O$$



$$2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO \text{ (đen)}$$

• *Tác dụng với phi kim (trừ F_2, Cl_2):*



$$N_2 + O_2 \xrightarrow[2000^0C]{\text{Tia lửa điện}} 2NO$$



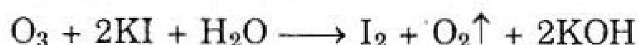
$$4P + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$

Trong môi trường axit, O_2 oxihoá được I^- :



$$O_2 + 4H^+ + 4I^- \longrightarrow 2I_2 + 2H_2O$$

Trong môi trường trung tính, O_2 không oxi hoá được I^- nhưng O_3 thì oxi hoá được:



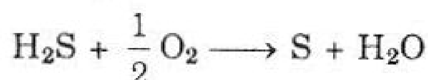
$$O_3 + 2KI + H_2O \longrightarrow I_2 + O_2\uparrow + 2KOH$$

b. Tác dụng với các hợp chất

• *Tác dụng với quặng sunfua, H_2S*



$$4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{t^0} 2Fe_2O_3 + 8SO_2\uparrow$$



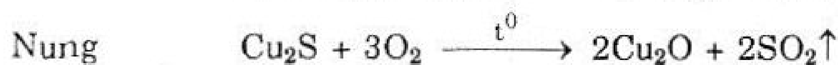
$$H_2S + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow S + H_2O$$



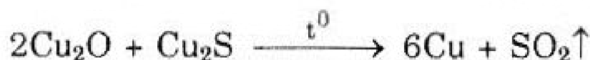
$$H_2S + \underset{\text{(dư oxi)}}{1{,}5O_2} \longrightarrow SO_2 + H_2O$$



$$2CuFeS_2 + 4O_2 \xrightarrow{t^0} Cu_2S + 2FeO + 3SO_2\uparrow$$

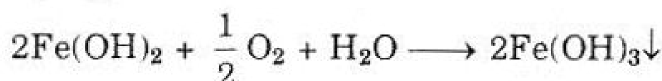


Nung $$Cu_2S + 3O_2 \xrightarrow{t^0} 2Cu_2O + 2SO_2\uparrow$$

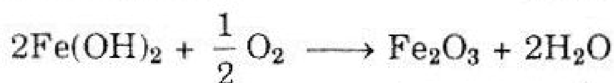


$$2Cu_2O + Cu_2S \xrightarrow{t^0} 6Cu + SO_2\uparrow$$

• *Tác dụng với $Fe(OH)_2$*



$$\underset{\text{(màu trắng xanh)}}{2Fe(OH)_2} + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \longrightarrow \underset{\text{(màu nâu đỏ)}}{2Fe(OH)_3\downarrow}$$

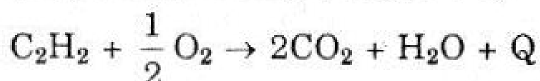


$$2Fe(OH)_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + 2H_2O$$

• *Tác dụng với các chất hữu cơ*

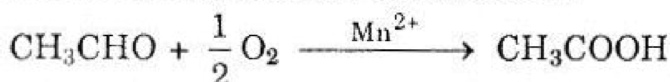


$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + Q$$



$$C_2H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O + Q$$

(toả nhiều nhiệt dùng làm đèn xì axetilen)



$$CH_3CHO + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{Mn^{2+}} CH_3COOH$$

• *Tác dụng với các oxit*

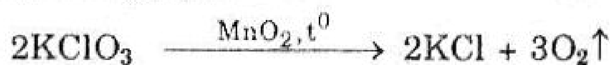
 $2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$;  $4Fe_3O_4 + O_2 \longrightarrow 6Fe_2O_3$

 $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$;  $4FeO + O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$

 $6FeO + O_2 \longrightarrow 2Fe_3O_4$

3. Điều chế oxi

a) Trong phòng thí nghiệm

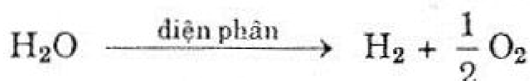


$$2KClO_3 \xrightarrow{MnO_2,\, t^0} 2KCl + 3O_2\uparrow$$



$$2KMnO_4 \xrightarrow{t^0} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$$

Điện phân nước với xúc tác là NaOH hay Na_2SO_4



$$H_2O \xrightarrow{\text{điện phân}} H_2 + \frac{1}{2}O_2$$

Ngoài ra ta có thể nhiệt phân muối nitrat:



$$2NaNO_3 \xrightarrow{t^0} 2NaNO_2 + O_2\uparrow$$

b) Trong công nghiệp: Người ta hoá lỏng không khí ở nhiệt độ rất thấp (khoảng −200°C) sau đó chưng cất để lấy N_2 trước rồi lấy oxi.

III. Lưu huỳnh

1. Số oxi hoá

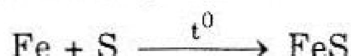
– Lưu huỳnh có số oxi hoá là –1 (FeS_2), –2 (H_2S, ...), +4 (SO_2, ...), +6 (H_2SO_4, SO_3, SF_6,...).

2. Tính chất hoá học

Là một phi kim hoạt động hoá học mạnh nhưng kém oxi và các halogen.

a) Tác dụng với đơn chất

• *Tác dụng với kim loại tạo thành sunfua (trừ Au, Pt):*



$$Fe + S \xrightarrow{t^0} FeS$$

– As, Sb cháy sáng trong hơi lưu huỳnh; Fe, Cu, Zn, Al ... hoá hợp với bột lưu huỳnh nóng, cho những sunfua As_2S_3, As_2S_5; Sb_2S_3, Sb_2S_5; FeS, Cu_2S, ZnS, Al_2S_3.

– Một điểm đặc biệt là Hg, Cu, Ag hoá hợp với lưu huỳnh rất dễ dàng.

• *Tác dụng với hầu hết các phi kim (trừ N_2, I_2).*



$$S + O_2 \xrightarrow{t^0} SO_2 + 71kcal$$



$$H_2 + S_{hơi} \rightleftharpoons H_2S + 5kcal$$



$$2P + 5S \longrightarrow P_2S_5$$

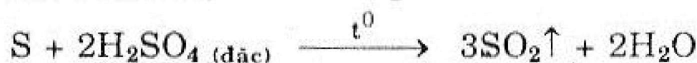
Với các halogen tạo thành nhiều hợp chất trong đó S có tất cả các số oxi hoá từ +1 đến +6 (S_2Cl_2, SF_6, ...).

b) Tác dụng với các hợp chất

• *Tác dụng với các hợp chất chứa oxi:*



$$3S + 2KClO_3 \longrightarrow 3SO_2 + 2KCl$$

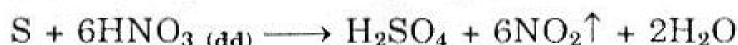


$$S + 2H_2SO_{4\,(đặc)} \xrightarrow{t^0} 3SO_2\uparrow + 2H_2O$$

Nếu gặp một số chất oxi hoá mạnh (HNO_3, H_2SO_4...) lưu huỳnh đi đến số oxi hoá +4, +6 một cách dễ dàng



$$S + 2HNO_3 \xrightarrow{t^0} H_2SO_4 + 2NO\uparrow$$



$$S + 6HNO_{3\,(dd)} \longrightarrow H_2SO_4 + 6NO_2\uparrow + 2H_2O$$



$$S + 2H_2SO_{4\,dd} \xrightarrow{t^0} 3SO_2 + 2H_2O$$

• *Tác dụng với bazơ:*

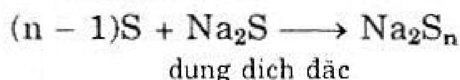
Lưu huỳnh tan rất chậm trong bazơ mạnh



$$3S + 6NaOH \longrightarrow 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$$

• *Tác dụng với các muối sunfua, sunfit:*

Bột lưu huỳnh cho phản ứng cộng dễ dàng với các muối sunfua, sunfit tạo thành các polisunfua, thiosunfat:



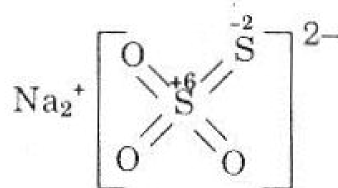
$$(n - 1)S + Na_2S \longrightarrow Na_2S_n$$

dung dịch đặc



$$S + Na_2SO_3 \longrightarrow Na_2S_2O_3$$

Công thức cấu tạo của $Na_2S_2O_3$:

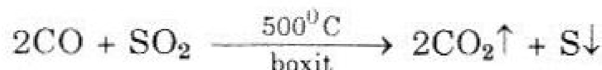


3. Điều chế lưu huỳnh

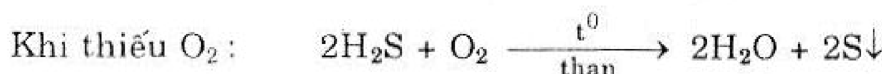
a) Khai thác lưu huỳnh tự nhiên từ quặng.

b) Thâu lại lưu huỳnh từ một số chất bã của kĩ nghệ.

Nhiều nhà máy trong công nghiệp thải ra một số chất bã là hợp chất của lưu huỳnh như H_2S, SO_2 .v.v..



$$2CO + SO_2 \xrightarrow[\text{boxit}]{500^0C} 2CO_2\uparrow + S\downarrow$$



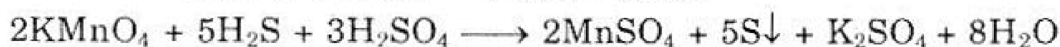
Khi thiếu O_2: $$2H_2S + O_2 \xrightarrow[\text{than}]{t^0} 2H_2O + 2S\downarrow$$



$$2NO + 2H_2S \longrightarrow 2S\downarrow + N_2 + 2H_2O$$



$$H_2SO_3 + 2H_2S \longrightarrow 3S\downarrow + 3H_2O$$



$$2KMnO_4 + 5H_2S + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + 5S\downarrow + K_2SO_4 + 8H_2O$$



$$I_2 + H_2S \longrightarrow S\downarrow + 2HI.$$

4. Một số hợp chất quan trọng của lưu huỳnh

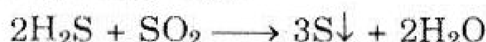
a) Axit sunfuhiđric

– Khí H_2S (hiđro sunfua) có mùi trứng thối, độc, ít tan trong nước.

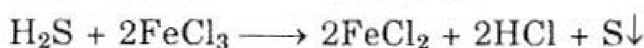
– Khí H_2S khi hoà tan trong nước cho dung dịch axit sunfuhiđric.

– Axit sunfuhiđric có 2 tính chất hoá học quan trọng: là chất khử mạnh và là axit rất yếu.

– H_2S tác dụng với hầu hết các chất oxi hoá, như SO_2, H_2SO_4 đặc, HNO_3, dung dịch $KMnO_4$, CuO, Cl_2 ...



$$2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S\downarrow + 2H_2O$$



$$H_2S + 2FeCl_3 \longrightarrow 2FeCl_2 + 2HCl + S\downarrow$$



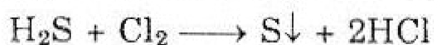
$$H_2S + H_2SO_4 \longrightarrow SO_2\uparrow + S\downarrow + 2H_2O$$



$$H_2S + 3CuO \longrightarrow 3Cu + H_2O + SO_2\uparrow$$



$$H_2S + 4Cl_2 + 4H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 8HCl$$



$$H_2S + Cl_2 \longrightarrow S\downarrow + 2HCl$$



$$2H_2S + 2K \longrightarrow 2KHS + H_2$$



$$2H_2S + 4Ag + O_2 \longrightarrow \underset{\text{(đen)}}{2Ag_2S} + 2H_2O$$

b) Các muối sunfua

• Một số ít muối sunfua tan là của các kim loại kiềm, kiềm thổ, ion NH_4^+, các muối nào tan đều thủy phân mạnh vì cho axit sunfuhiđric:

Ví dụ :



$$BaS + 2H_2O \rightleftharpoons Ba(OH)_2 + H_2S\uparrow$$

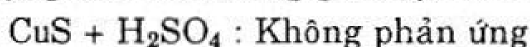


$$Al_2S_3 + 6H_2O \rightleftharpoons 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow$$

• Trật tự không tan của các muối sunfua trong nước và trong dung dịch axit như sau:

Na, K, Ca, Ba,...	Mn, Zn, Fe...	Cd, Co, Ni, Sn, Pb, Cu, Hg, Ag, Au
Tan trong nước	Không tan trong nước, tan trong axit	Không tan trong nước, không tan trong axit

Hoá phân tích lợi dụng trật tự trên đây để tách các nhóm cation với nhau rồi tiếp tục phân tích trong giới hạn mỗi nhóm.



$CuS + H_2SO_4$: Không phản ứng



$$H_2S + CuSO_4 \longrightarrow CuS\downarrow + H_2SO_4$$

• Ion sunfua S^{2-} cũng có tính khử mạnh:



$$ZnS + \frac{3}{2}O_2 \xrightarrow{t^0} ZnO + SO_2\uparrow$$

• Tính khử rõ rệt của H_2S thể hiện chủ yếu trong các môi trường axit, trung tính :



$$H_2S - 2e \longrightarrow S + 2H^+$$



$$H_2S + 4H_2O - 8e \longrightarrow SO_4^{2-} + 10H^+$$

– Một số sunfua không tan có màu đặc trưng:

ZnS ; CdS, Al_2S_3; Sb_2S_3, MnS; CuS, PbS, HgS, Bi_2S_3 ...

ZnS;	CdS, Al_2S_3 ;	Sb_2S_3,	MnS;	CuS, PbS, HgS, BiS_3 ...
Màu trắng	Màu vàng	Màu da cam	hồng nhạt	Màu đen

c) Các oxit của lưu huỳnh

• Lưu huỳnh hoá hợp với oxi cho được nhiều loại oxit : S_2O_2, S_2O_3, SO_2, SO_3, ... Quan trọng nhất là 2 oxit SO_2 và SO_3.

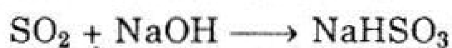


SO_2

– SO_2 là khí không màu, mùi hắc, độc, tan nhiều trong nước.

– SO_2 là một chất rất hoạt động, cho được nhiều phản ứng hoá học trong đó số oxi hoá của lưu huỳnh có thể không thay đổi, hoặc có thay đổi, tăng hay giảm.

• Phản ứng không thay đổi số oxi hoá



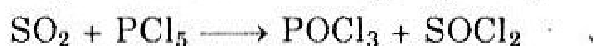
$$SO_2 + NaOH \longrightarrow NaHSO_3$$



$$SO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3$$

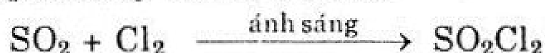


$$SO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_3 + H_2O$$



$$SO_2 + PCl_5 \longrightarrow POCl_3 + SOCl_2$$

+ Phản ứng có thay đổi số oxi hoá



$$SO_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ánh sáng}} SO_2Cl_2$$

($SOCl_2$ dùng trong hoá hữu cơ, nhằm clo hoá axit hữu cơ thành clorua axit, những clorua axit này là nguyên liệu để sản xuất nhiều dược phẩm, thuốc nhuộm).



$$2SO_2 + O_2 \xrightleftharpoons{V_2O_5,\ 450^0C} 2SO_3$$

• SO_2 là một chất khử khá mạnh tuy có kém H_2, HI, H_2S



$$SO_2 + NO_2 \longrightarrow SO_3 + NO$$



$$SO_2 + 2H_2O + Cl_2 \longrightarrow H_2SO_4 + 2HCl$$



$$SO_2 + Br_2 + 2H_2O \longrightarrow 2HBr + H_2SO_4$$



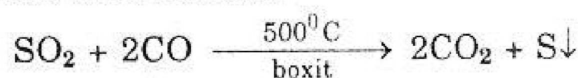
$$SO_2 + 2FeCl_3 + 2H_2O \longrightarrow 2FeCl_2 + H_2SO_4 + 2HCl$$



$$5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$$

• SO_2 là một chất oxi hoá

Đối với những chất khử mạnh (H_2, H_2S, HI, CO, kim loại hoạt động) thì SO_2 thể hiện tính chất oxi hoá.



$$SO_2 + 2CO \xrightarrow[\text{boxit}]{500^0C} 2CO_2 + S\downarrow$$



$$SO_2 + 2H_2 \longrightarrow 2H_2O + S\downarrow$$



$$SO_2 + 2Mg \longrightarrow 2MgO + S\downarrow$$

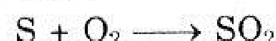


$$SO_2 + 2H_2S \longrightarrow 2H_2O + 3S\downarrow$$



$$SO_2 + 6HI \longrightarrow 2H_2O + H_2S + 3I_2$$

• Điều chế SO_2:



$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$



$$2H_2SO_4 + 3O_2 \longrightarrow 2SO_2 + 2H_2O$$



$$4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{t^0} 8SO_2 + 3Fe_2O_3$$



$$Cu + 2H_2SO_{4\ dd} \xrightarrow{t^0} CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$



$$2H_2SO_4\ đđ + S \longrightarrow 3SO_2 + 2H_2O$$



$$2H_2SO_4\ đđ + C \longrightarrow CO_2 + 2SO_2\uparrow + 2H_2O$$



$$5H_2SO_4\ đđ + 2P \longrightarrow 2H_3PO_4 + 5SO_2\uparrow + 2H_2O$$



$$2H_2S + 3O_2 \longrightarrow 2SO_2\uparrow + 2H_2O$$

SO_3

• SO_3 là chất lỏng, hút nước rất mạnh.



$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + Q$$

Do phản ứng trên tỏa nhiều nhiệt làm nước bay hơi, tạo với SO_3 những giọt nhỏ như sương. (H_2SO_4 bão hoà SO_3 được gọi là oleum).

• SO_3 là chất oxi hoá mạnh.



$$SO_3 + 2KI \longrightarrow K_2SO_3 + I_2$$

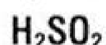
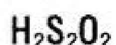
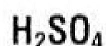
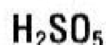


$$3SO_3 + 2NH_3 \longrightarrow 3SO_2 + N_2 + 3H_2O$$

d) Các oxiaxit của lưu huỳnh

– Lưu huỳnh cho một dãy oxiaxit phong phú nhất. Có thể phân chia chúng thành 3 nhóm lớn như sau:



H_2SO_x $(x = 2 \rightarrow 5)$	$H_2S_2O_x$ $(x = 2 \rightarrow 8)$	$H_2S_xO_6$ $(x = 2 \rightarrow 6)$
 H_2SO_2	 $H_2S_2O_2$	 $H_2S_2O_6$
 H_2SO_3	 $H_2S_2O_3$	 $H_2S_3O_6$
 H_2SO_4	 -------	 -------
 H_2SO_5	 $H_2S_2O_8$	 $H_2S_6O_6$

Quan trọng nhất là axit sunfurơ H_2SO_3, axit thiosunfuric $H_2S_2O_3$, axit sunfuric H_2SO_4, axit peoxydisunfuric $H_2S_2O_8$, đứng đầu là H_2SO_4.

Axit H_2SO_4 cũng là axit đứng đầu trong các axit về mặt ứng dụng và số lượng sản xuất.

AXIT SUNFURƠ H_2SO_3

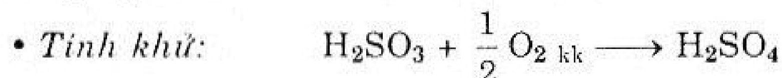
1. H_2SO_3 là axit không bền



$$SO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSO_3^- \rightleftharpoons 2H^+ + SO_3^{2-}$$

Nếu đun nóng thì cân bằng chuyển dịch về phía phân hủy axit H_2SO_3, nếu thêm một bazơ thì cân bằng chuyển dịch về phía phải tạo thành muối sunfit và nước.

2. H_2SO_3 có tính khử và tính oxi hoá.



• *Tính khử:* $$H_2SO_3 + \frac{1}{2}O_{2\ kk} \longrightarrow H_2SO_4$$

Khi phản ứng với các chất oxi hoá Cl_2, Br_2, I_2, $KMnO_4$,... H_2SO_3 biến thành H_2SO_4.



$$H_2SO_3 + I_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 2HI$$

• *Tính oxi hoá:* Khi phản ứng với các chất khử mạnh H_2S, HI... thì H_2SO_3 bị khử thành S hoặc H_2S.



$$H_2SO_3 + 2H_2S \longrightarrow 3S\downarrow + 3H_2O$$

3. H_2SO_3 là một axit trung bình



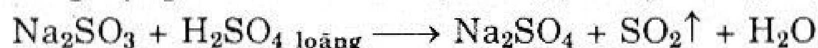
• Hằng số điện li của H_2SO_3 $K_1 = 2.10^{-2}$; $K_2 = 6.10^{-8}$

• Vì là axit hai lần axit nên tạo 2 muối sunfit: muối trung hoà và bisunfit (muối axit).



• Các sunfit bị nhiệt phân: $4K_2SO_3 \xrightarrow{600^0C} 3K_2SO_4 + K_2S$

• Các sunfit, bisunfit, đều tác dụng với các axit mạnh dễ dàng cho khí SO_2 bay ra. (ứng dụng để điều chế SO_2 trong phòng thí nghiệm)



$$Na_2SO_3 + H_2SO_{4\ loãng} \longrightarrow Na_2SO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$$

• Các muối quan trọng nhất là các bisunfit sau: $NaHSO_3$, $Ca(HSO_3)_2$, $NaHSO_3$ dùng làm chất chống clo, dùng để phá hủy dấu vết clo hoặc clo tẩy

màu còn sót trong vải sau khi đã tẩy trắng (các nhà máy dệt thường dùng phản ứng này).



$$NaHSO_3 + NaClO \longrightarrow NaHSO_4 + NaCl$$

• Các dung dịch sunfit đun sôi với bột S cho phản ứng cộng thành thiosunfat.



$$Na_2SO_{3\ dung\ dịch} + S_{bột} \xrightarrow{t^0} Na_2S_2O_3$$

• Nhận biết ion SO_3^- bằng các dung dịch có chứa các ion Ba^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Pb^{2+}...

AXIT SUNFURIC H_2SO_4

1. Tính chất vật lí: H_2SO_4 ở nhiệt độ thường hoàn toàn không bay hơi, nếu đun nóng thì bắt đầu bay hơi.

2. H_2SO_4 loãng thể hiện đầy đủ tính chất của một axit:

• Tác dụng với kim loại đứng trước hiđro trong dãy điện thế của kim loại (Lưu ý Pb không tác dụng với H_2SO_4 loãng vì tạo $PbSO_4$ kết tủa ngăn phản ứng tiếp diễn).

• Tác dụng với bazơ, oxit bazơ và muối của axit dễ bay hơi (không làm thay đổi số oxi hoá của kim loại trong các hợp chất).

• Không tác dụng với kim loại yếu và phi kim.

3. H_2SO_4 đặc hút nước mạnh, phản ứng tỏa nhiều nhiệt do có sự solvat hoá mạnh.



$$H_2SO_4 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4.H_2O + 19\ kcal$$

Vậy cần cẩn thận khi pha loãng axit sunfuric đặc với nước, cho từ từ H_2SO_4 đặc vào nước chứ không được làm ngược lại.

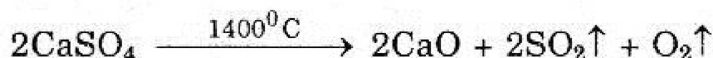
• H_2SO_4 đặc thể hiện tính oxi hoá mạnh, do đó oxi hoá được mọi kim loại trừ Pt và Au, oxi hoá được nhiều phi kim và hợp chất.

	H_2SO_4 đậm đặc
Tác dụng với kim loại	– H_2SO_4 đặc thể hiện tính oxi hoá mạnh, oxi hoá được mọi kim loại trừ Pt và Au. Khi tác dụng với kim loại cho muối mà kim loại có số oxi hoá cao nhất. – Đối với kim loại kém hoạt động (đứng sau hiđro) thì H_2SO_4 chỉ bị khử tới SO_2 $Cu + 2H_2SO_{4\ đ} \xrightarrow{t^0} CuSO_4 + SO_4\uparrow + 2H_2O$ – Đối với kim loại trung bình và mạnh: $2Fe + 6H_2SO_{4\ đ} \xrightarrow{t^0} Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2\uparrow + 6H_2O$ Với kim loại hoạt động hoá học mạnh phản ứng xảy ra phức tạp: $Zn + 2H_2SO_{4\ đ} \xrightarrow{t^0} ZnSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

	$3Zn + 4H_2SO_4 \longrightarrow 3ZnSO_4 + S + 4H_2O$ $4Zn + 5H_2SO_4 \longrightarrow 4ZnSO_4 + H_2S + 4H_2O$ – H_2SO_4 đặc, nguội không tác dụng với các kim loại Al, Cr, Fe (do bị oxi hoá trên bề mặt tạo một dạng oxit bền với axit ngăn cản không cho phản ứng tiếp).
Tác dụng với phi kim	$2H_2SO_4 + C \xrightarrow{t^0} 2SO_2\uparrow + CO_2\uparrow + 2H_2O$ $2H_2SO_4 + S \xrightarrow{t^0} 3SO_2\uparrow + 2H_2O$ $5H_2SO_4 + 2P \xrightarrow{t^0} 2H_3PO_4 + 5SO_2\uparrow + 2H_2O$
Tác dụng với bazơ và oxit bazơ	$H_2SO_4 + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2H_2O$ $4H_2SO_4 + 2Fe(OH)_2 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O + SO_2$ $4H_2SO_4 + 2FeO \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + 4H_2O$
Tác dụng với muối	$H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2HCl$ $H_2SO_4 + Na_2SiO_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2SiO_3\downarrow$ $H_2SO_4 + Na_2SO_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O + SO_2\uparrow$
Với chất hữu cơ	– Xúc tác cho các phản ứng loại nước (H_2SO_4 loãng là tác nhân hợp nước còn H_2SO_4 đặc là tác nhân loại nước) $C_2H_5OH \xrightarrow{170^0C} C_2H_4 + H_2O$ – Khi H_2SO_4 đặc tiếp xúc với các chất hữu cơ có chứa oxi thì chiếm đoạt các nguyên tố để tạo nước, hoá thành các gluxit (đường, tinh bột, xenlulozơ ...) $C_{12}H_{22}O_{11} \longrightarrow 12C + 11H_2O$
Phản ứng với các hợp chất có tính khử	$H_2SO_4 + 2HBr \longrightarrow SO_2 + Br_2 + 2H_2O$ $H_2SO_4 + 8HI \longrightarrow H_2S + 4I_2 + 4H_2O$ $H_2SO_4 + H_2S \longrightarrow SO_2 + S + 2H_2O$

4. Các muối của H_2SO_4

• Các muối sunfat nói chung rất bền với nhiệt, chỉ bị nhiệt phân ở nhiệt độ rất cao và thường không xét.



$$2CaSO_4 \xrightarrow{1400^0C} 2CaO + 2SO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

• Các muối quan trọng nhất : Na_2SO_4 khan dùng nấu thủy tinh, $MgSO_4$ dùng làm thuốc xổ, $(NH_4)_2SO_4$ dùng làm phân đạm, dung dịch $CuSO_4$ loãng được dùng để trừ sâu và khử trùng hạt giống trước khi gieo, mạ điện, $CaSO_4.2H_2O$ dùng để đúc tượng thạch cao và làm bột bó xương gãy, $AlNH_4(SO_4)_2$ và $KAl(SO_4)_2.12H_2O$ (phèn chua) dùng để làm trong nước, ngoài ra phèn chua được dùng trong ngành thuộc da, công nghiệp giấy, chất cầm màu trong ngành nhuộm vải.

• Các muối sunfat dễ tan trong nước (trừ $CaSO_4$, Ag_2SO_4 ít tan, $PbSO_4$, $SrSO_4$ và $BaSO_4$ không tan).

• Nhận biết ion SO_4^{2-} nhờ ion Ba^{2+} ($BaCl_2$, $Ba(NO_3)_2$, $Ba(OH)_2$, $(CH_3COO)_2Ba$).



$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \longrightarrow BaSO_4\downarrow$$

B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Cho 14,8 gam hỗn hợp gồm kim loại hoá trị II, oxit và sunfat kim loại đó tan vào trong dung dịch H_2SO_4 loãng dư thì được dung dịch A và thoát ra 4,48 lít khí (đo ở đktc). Cho dung dịch NaOH dư vào dung dịch A được kết tủa B, nung B ở nhiệt độ cao thì còn lại 14 gam chất rắn.

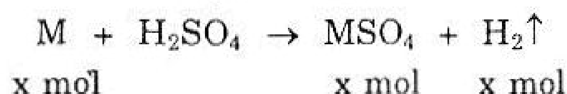
Mặt khác cho 14,8 gam hỗn hợp vào 0,2 lít dung dịch $CuSO_4$ 2M thì sau phản ứng kết thúc tách bỏ chất rắn, rồi đem chưng khô dung dịch thì còn lại 62 gam.

a) Xác định tên kim loại.

b) Tính thành phần phần trăm theo khối lượng hỗn hợp ban đầu.

HƯỚNG DẪN GIẢI

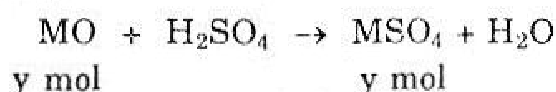
a) Kí hiệu M là tên, khối lượng nguyên tử của kim loại M, oxit là MO, MSO_4 và $n_M = x$; $n_{MO} = y$; $n_{MSO_4} = z$.



$$M + H_2SO_4 \rightarrow MSO_4 + H_2\uparrow$$

x mol x mol x mol

$$x = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ mol}$$



$$MO + H_2SO_4 \rightarrow MSO_4 + H_2O$$

y mol y mol

Ta có phương trình: $Mx + (M + 16)y + (M + 96)z = 14,8$ (1)

Cho NaOH vào dung dịch A:



$$MSO_4 + 2NaOH \rightarrow M(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$



$$M(OH)_2 \xrightarrow{t^0} MO + H_2O$$

n_{MO} nhận sau khi nung là: $x + y + z$

$$(M + 16)(x + y + z) = 14$$

Từ phương trình (1) và (2) rút ra $z = 0,05$

$$n_{CuSO_4} = 0,2 \times 2 = 0,4$$

Khi cho 14,8 gam hỗn hợp vào dung dịch $CuSO_4$ chỉ có M phản ứng:



$$M + CuSO_4 \rightarrow MSO_4 + Cu$$

0,2 mol 0,2 mol 0,2 mol 0,2 mol

$n_{CuSO_4 dư} = 0,4 - 0,2 = 0,2$ mol

Trong dung dịch sau phản ứng với $CuSO_4$ chứa MSO_4 ban đầu và MSO_4 tạo thành và 0,2 mol $CuSO_4$:

$(M + 96)(Z + 0,2) + (0,2 \times 160) = 62$

Giải ra ta có M = 24.

b) Thành phần:

$$m_M = 0,2 \times 24 = 4,8g \Rightarrow \frac{4,8}{14,8} \times 100\% = 32,43\%$$

$$m_{MSO_4} = 0,05 \times 120 = 6g \Rightarrow \frac{6}{14,8} \times 100\% = 40,54\%$$

$$m_{MO} = 14,8 - 6 - 4,8 = 4g \Rightarrow 100 - 32,43 - 40,54 = 27,03\%.$$

2. Đốt cháy chất X bằng lượng O_2 vừa đủ ta thu được hỗn hợp khí duy nhất là CO_2 và SO_2 có tỉ khối so với hiđro bằng 28,667 và tỉ khối (hơi) của X so với không khí nhỏ hơn 3. Xác định công thức phân tử, viết công thức electron và công thức cấu tạo của X.

HƯỚNG DẪN GIẢI

$\overline{M}_{\text{hh khí } CO_2 \text{ và } SO_2}$: $28,667 \times 2 = 57,334$.

Trong hỗn hợp khí: Gọi số mol CO_2 là x, số mol SO_2 là y

$$\frac{44x + 64y}{x + y} = 57,334 \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{1}{2}$$

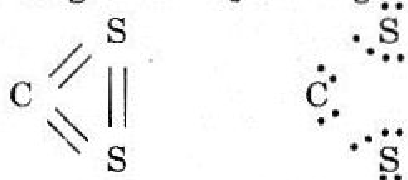
$\frac{n_{CO_2}}{n_{SO_2}} = \frac{1}{2}$. Suy ra trong hợp chất X số mol nguyên tử C là 1 và số mol nguyên tử S là 2.

Công thức đơn giản $(CS_2)_nO_z$

n chỉ có thể = 1 vì nếu n = 2; z = 0 thì $M_X = 152$

So với không khí $\frac{M_X}{28} > 3$. Trái với giả thiết

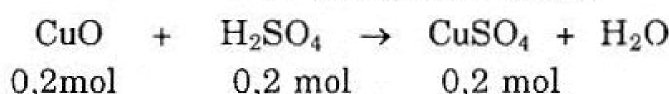
n = 1 và z = 1 thì $M_X = 92$ so với không khí $\frac{M_X}{28} > 3$ cũng trái với giả thiết. Vậy công thức CS_2 là công thức của X.



3. Dùng một lượng dung dịch H_2SO_4 nồng độ 20%, đun nóng để hoà tan vừa đủ 0,2 mol CuO. Sau phản ứng, làm nguội dung dịch đến 10^0C. Tính khối lượng tinh thể $CuSO_4.5H_2O$ đã tách ra khỏi dung dịch, biết rằng độ tan của $CuSO_4$ ở 10^0C là 17,4 gam.

(Trung tâm Đào tạo và Bồi dưỡng Cán bộ Y tế TPHCM, năm 2000)

HƯỚNG DẪN GIẢI



$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$

0,2mol   0,2 mol   0,2 mol

$m_{CuO} = 80 \times 0,2 = 16$ gam

$$m_{H_2SO_4} = \frac{98 \times 0,2 \times 100}{20} = 98g$$

$M_{CuSO_4.5H_2O} = 250$ gam

$m_{CuSO_4} = 160 \times 0,2 = 32$ gam

$m_{\text{dung dịch sau phản ứng}} = 98 + 16 = 114$ gam.

– Trong 114 gam dung dịch có 32 gam chất tan và 82 gam H_2O

Gọi số mol $CuSO_4.5H_2O$ kết tinh là x mol

Khối lượng dung dịch còn lại là: 114 – 250x

Khối lượng chất tan còn lại là: 32 – 160x

Độ tan của $CuSO_4$ là 17,4 gam, nghĩa là trong 117,4 gam dung dịch có 17,4 gam chất tan.

– Trong 117,4 gam dung dịch có 17,4 gam chất tan.

(114–250x)g có (32 – 160x) gam chất tan.

$117,4\times(32-160x) = (114 - 250x)\times 17,4$

Giải ra ta có x = 0,1228 mol.

Khối lượng tinh thể $CuSO_4.5H_2O$ tách ra: $0,1228\times250 = 30,7$ gam.

4. Một hợp chất được tạo thành từ các ion M^+ và X_2^{2-}. Trong phân tử của M_2X_2 có tổng số hạt proton, nơtron và electron là 164. Trong đó số hạt mang điện nhiều hơn hạt không mang điện là 52. Số khối của M lớn hơn số khối của X là 23 đơn vị.

Tổng số hạt proton, nơtron, electron trong M^+nhiều hơn trong X_2^{2-} là 7 hạt. Tìm công thức của phân tử M_2X_2.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Gọi p, z, n là số proton, số electron và số nơtron trong một nguyên tử M.

p', z', n' là số proton, số electron và số nơtron trong một nguyên tử X.

Theo điều kiện bài toán ta có phương trình:

$2(2z + n) + 2(2z' + n') = 164$ (1)

$(4z + 4z') - 2(n + n') = 52$ (2)

$(z + n) - (z' + n') = 23$ (3)

$(2z + n - 1) - 2[(2z' + n') + 2)] = 7$ (4)

Giải hệ (1), (2), (3), (4) ta được z = 19 ⇒ M là kali: z' = 8 ⇒ X là oxi.

Công thức phân tử của hợp chất là K_2O_2.

5. Cho 100 lít hỗn hợp A gồm H_2, O_2, N_2. Đem đốt hỗn hợp rồi đưa về nhiệt độ và áp suất ban đầu, sau khi cho H_2O ngưng tụ thu được hỗn hợp B có thể tích 64 lít. Trộn vào B 100 lít không khí (20% thể tích O_2) rồi đốt và tiến hành tương tự trên thì thu được hỗn hợp C có thể tích 128 lít. Hãy xác định thể tích các chất trong hỗn hợp A, B, C. Biết các thể tích đo cùng điều kiện.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Phản ứng: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ lỏng (1)

Sau lần phản ứng (I) hỗn hợp có thể tích giảm: 100 – 64 = 36l

Suy ra V_{H_2} (đã phản ứng) + V_{O_2} (đã phản ứng) = 36 l

Trong đó V_{H_2} đã phản ứng = 2 V_{O_2} = 24 l

Sau lần phản ứng (II) hỗn hợp có thể tích tiếp tục giảm:

100 + 64 – 128 = 36 l

Chứng tỏ trong B còn H_2 dư, suy ra O_2 trong hỗn hợp A chỉ có 12 lít và đã phản ứng hết.

Ở lần phản ứng (II):

V_{H_2} (cũng phản ứng) = 24 l ; V_{O_2} phản ứng = 12 l

Mà V_{O_2} trong 100l không khí = $\frac{100}{5}$ = 20 (l) > 12 (l) O_2 phản ứng, chứng tỏ sau phản ứng (II) H_2 đã hết, vì O_2 dư.

V_{O_2} dư = 8 (l)

Như vậy sau 2 lần phản ứng V_{H_2} : 24 + 24 = 48 (l)

Kết luận: hh A có: 48 (l) H_2; 12 (l) O_2; 40 (l) N_2

hh B có: 24 (l) H_2; 40 (l) N_2

hh C có: 8 (l) O_2 dư; 120 (l) N_2.

6. Hỗn hợp ban đầu SO_2 và O_2 có tỉ khối hơi đối với H_2 bằng 24. Cần thêm bao nhiêu lít O_2 vào 20 lít hỗn hợp ban đầu để hỗn hợp sau có tỉ khối hơi so với H_2 bằng 22,4. (Biết rằng thể tích các khí đo trong cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất).

HƯỚNG DẪN GIẢI

Trong cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất tỉ lệ thể tích bằng tỉ lệ số mol. Trong hỗn hợp SO_2, O_2 có M = 24 × 2 = 48

Gọi n_{SO_2} : x và n_{O_2} : y, ta có: $\frac{64x + 32y}{x + y} = 48 \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{1}{1}$

n_{SO_2} chiếm 50% hỗn hợp; n_{O_2} chiếm 50% hỗn hợp

Trong 20 lít hỗn hợp V_{SO_2} = V_{O_2} = 10 lít hay 20 mol hỗn hợp có n_{SO_2} = n_{O_2} = 10 mol. n_{O_2} thêm là a

$$\frac{(10 \times 64) + (10 \times 32) + (a \times 32)}{10 + 10 + a} = 22,4 \times 2$$

$$640 + 320 + 32a = (20 + a)44,8 \Rightarrow 12,8a = 64 \Rightarrow a = 5$$

Nếu tính theo lít thì 20 lít hỗn hợp A cần trộn thêm 5 lít O_2 sẽ được hỗn hợp có $\overline{M}$: 44,8 (hỗn hợp có d/H_2 = 22,4).

7. Dung dịch A là dung dịch H_2SO_4, dung dịch B là dung dịch NaOH. Trộn A và B theo tỉ lệ thể tích $V_A : V_B = 3 : 2$ thì được dung dịch X có chứa A dư.

Trung hoà 1 lít dung dịch X cần 40g dung dịch KOH 28%. Nếu trộn A và B theo tỉ lệ thể tích $V_A : V_B = 2 : 3$ thì dung dịch Y có B dư. Trung hoà 1 lít dung dịch Y cần 29,2g dung dịch HCl 25%. Tính nồng độ mol của dung dịch A và dung dịch B.

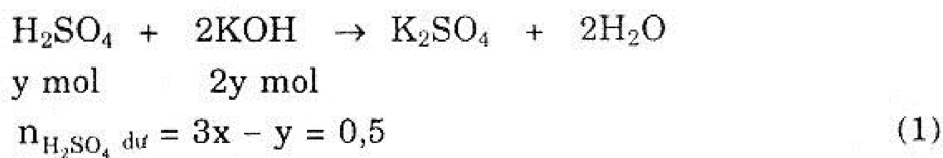
HƯỚNG DẪN GIẢI

$$n_{KOH} = \frac{40 \times 28}{100 \times 50} = 0,2 \text{ mol}$$

Gọi nồng độ mol của dung dịch A là x và dung dịch B là y. Trong 3 lít dung dịch A (có 3x mol) với 2 lít dung dịch B (có 2y mol) → 5 lít dung dịch X có dư axit.

Trung hoà 5 lít dung dịch X cần 0,2 × 5 = 1 mol KOH

$\Rightarrow n_{H_2SO_4 \text{ dư}} = 0,5$ mol



$$H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$

y mol   2y mol

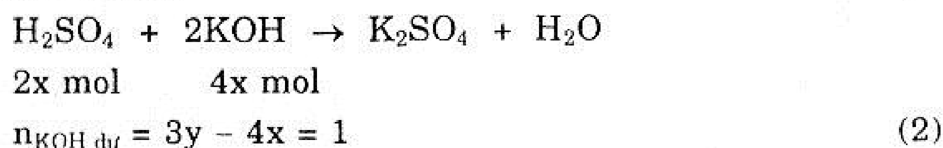
$n_{H_2SO_4 \text{ dư}} = 3x - y = 0,5$ (1)

$$n_{HCl} = \frac{29,2 \times 25}{100 \times 36,5} = 0,2 \text{ mol}$$

Nếu trộn 2 lít A (có 2x mol) với 3 lít B (có 3y mol) ⇒ 5 lít dung dịch Y có dư bazơ

Trung hoà 5 lít dung dịch Y cần 0,2 × 5 = 1 mol HCl

$\Rightarrow n_{KOH \text{ dư}} = 1$ mol.



$$H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + H_2O$$

2x mol   4x mol

$n_{KOH \text{ dư}} = 3y - 4x = 1$ (2)

Giải hệ phương trình (1) và (2) ta được x = 0,5; y = 1.

8. Hoà tan hoàn toàn 46,4 gam một oxit kim loại bằng dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng (vừa đủ) thu được 2,24 lít khí SO_2 (đktc) và 120 gam muối. Xác định công thức của oxit kim loại.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Gọi M là kí hiệu, nguyên tử khối của kim loại. Gọi công thức của oxit M_xO_y có số mol là a.



$$2M_xO_y + 2(nx - y)H_2SO_4 \rightarrow xM_2(SO_4)_n + (nx - 2y)SO_2 + 2(nx - y)H_2O$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng:

$$46,4 + 98a(nx - y) = 120 + \frac{2,24}{22,4} \times 46 + 18(nx - y)$$

$a(nx - y) = 1$ (1)

Số mol $SO_2 = \frac{(nx - 2y)a}{2} = 0,1 \Rightarrow (nx - 2y)a = 0,2$ (2)

Từ (1) và (20 rút ra: $nxa = 1,8$ (3)

$ya = 0,8$ (4)

Thay giá trị $ya = 0,8$ vào phương trình $(xM + 16y)a = 46,4$

$xMa = 33,6$ (5)

Từ phương trình (5) và (6) ta có:

$\frac{xMa}{nxa} = \frac{33,6}{1,8}$ rút ra $M = \frac{56}{3}n$

Thay n = 1, 2, 3 ta có nghiệm hợp lí là n = 3; M = 56; M là Fe.

Từ phương trình (3) và (4):

$\frac{nxa}{ya} = \frac{3x}{y} = \frac{1,8}{0,8} = \frac{9}{4} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{3}{4}$

Công thức của kim loại oxit: Fe_3O_4.

9. Cho CO tác dụng với CuO đun nóng được hỗn hợp chất rắn A và khí B. Hoà tan hoàn toàn A vào H_2SO_4 đặc, nóng, cho B tác dụng với cung dịch nước vôi trong dư. Viết các phương trình phản ứng.

HƯỚNG DẪN GIẢI

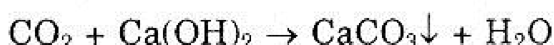
$CO + CuO \rightarrow Cu + CO_2$ chất rắn A (Cu+ CuO dư); Khí B (CO_2)



$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$



$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$



$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$

10. Hỗn hợp A gồm 2 kim loại Mg và Zn, B là dung dịch H_2SO_4 có nồng độ là x mol/l.

Trường hợp 1: Cho 24,3 gam A vào 2 lít B sinh ra 8,96 lít khí H_2.

Trường hợp 2: Cho 24,3 gam A vào 3 lít B sinh ra 11,2 lít khí H_2.

a) Hãy chứng minh trong trường hợp 1 thì hỗn hợp kim loại chưa tan hết, trong trường hợp 2 axit còn dư.

b) Tính nồng độ x mol/l của dung dịch B và % khối lượng mỗi kim loại trong A.

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Gọi M là kí hiệu chung của 2 kim loại. Phương trình phản ứng khi cho A vào dung dịch B:



$M + H_2SO_4 \rightarrow MSO_4 + H_2$

Trường hợp 1: 24,3g A vào 2 lít B, sinh ra 8,96 lít H_2 (0,4 mol)

Trường hợp 2: 24,3g A vào 3 lít B, sinh ra 11,2 lít H_2 (0,5 mol)

Như vậy khi hoà tan cùng một lượng A vào dung dịch B với:

$n_{H_2SO_4(2)} = 1,5n_{H_2SO_4(1)}$ thì $n_{H_2(2)} = 1,5n_{H_2(1)} = 0,6$ mol

Nhưng thực tế $n_{H_2(2)}$ chỉ bằng 0,5 mol, nên ở trường hợp 1 A còn dư, còn ở trường hợp 2 thì axit còn dư.

b) Trường hợp 1: $n_{H_2SO_4 pư} = n_{H_2(1)} = 0,6$ mol

$$C_M = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ mol/lít.}$$

Trường hợp 2: Gọi a, b lần lượt là số mol Mg và Zn trong 24,3g hỗn hợp. Ta có: $n_{hỗn hợp A} = n_{H_2} = 0,5$ mol

$$\begin{cases} 24a + 65b = 24,3 & (1) \\ a + b = 0,5 & (2) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a = 0,2\text{mol} \\ b = 0,3\text{mol} \end{cases} \text{hay} \begin{cases} m_{Mg} = 4,8g & (\%Mg = 19,75\%) \\ m_{Zn} = 19,5g & (\%Zn = 80,25\%) \end{cases}.$$

BÀI TẬP TỰ GIẢI

11. Hoà tan hoàn toàn một khối lượng m gam Fe_xO_y bằng dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng ta thu được khí A và dung dịch B. Cho khí A hấp thụ hoàn toàn bởi dung dịch NaOH dư tạo ra 12,6g muối. Mặt khác cô cạn dung dịch A thì thu được 120 gam muối khan. Xác định công thức của sắt oxit.

12. Một kim loại M tác dụng với dung dịch HNO_3 loãng thu được $M(NO_3)_3$, H_2O và hỗn hợp khí E chứa N_2 và N_2O. Khi hoà tan hoàn toàn 2,16 gam kim loại M trong dung dịch HNO_3 loãng thu được 604,8ml hỗn hợp khí E (ở đktc) có tỉ khối hơi đối với H_2 là 18,45. Xác định kim loại M.

13. Hoà tan hoàn toàn 46,4g một kim loại oxit bằng dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng (vừa đủ) thu được 2,24 lít khí SO_2 (đktc) và 120 gam muối. Xác định công thức của kim loại oxit.

14. Hoà tan hoàn toàn 1,805 gam một hỗn hợp gồm Fe và một kim loại A có hoá trị n duy nhất bằng dung dịch HCl thu được 1,064 lít khí H_2, còn khi hoà tan 1,805 gam hỗn hợp trên bằng dung dịch HNO_3 loãng, dư thì thu được 0,896 lít khí NO duy nhất. Hãy xác định kim loại A và tính % khối lượng của mỗi kim loại trong hỗn hợp. Biết các thể tích khí đo ở điều kiện tiêu chuẩn.

15. Có hai dung dịch NaOH (A_1; A_2) và một dung dịch H_2SO_4 (B). Trộn A_1 với A_2 theo tỉ lệ thể tích 1 : 1 thì được dung dịch X. Trung hoà một thể tích X cần một thể tích dung dịch B. Nếu trộn A_1 với A_2 theo tỉ lệ thể tích 2 : 1 thì được dung dịch Y. Trung hoà 30 ml dung dịch Y cần 32,5ml dung dịch B.

Tính tỉ lệ thể tích A_1 và A_2 phải trộn sao cho khi trung hoà 70ml dung dịch Z tạo ra cần 67,5ml dung dịch B.

16. Đem hoà tan hoàn toàn một oxit sắt bằng dung dịch H_2SO_4 đặc nóng, thấy thoát ra V (lít) khí SO_2 duy nhất ở đktc. Mặt khác, sau khi khử hoàn toàn cũng lượng oxit sắt như trên bằng CO ở nhiệt độ cao, lấy lượng sắt tạo thành hoà tan vào H_2SO_4 đặc nóng, thấy thoát ra 9V (lít) khí SO_2 ở đktc. Xác định công thức oxit sắt.

17. Hoà tan hoàn toàn một khối lượng m gam Fe_xO_y bằng dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng ta thu được khí A và dung dịch B. Cho khí A hấp thụ hoàn toàn bởi dung dịch NaOH dư tạo ra 12,6g muối. Mặt khác cô cạn dung dịch B thì thu được 120g muối khan. Xác định công thức của sắt oxit.

18. Hoà tan hoàn toàn một ít oxit Fe_xO_y bằng dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng ta thu được 2,24 lít SO_2 (đo ở đktc). Phần dung dịch đem cô cạn thì thu được 120g muối khan. Xác định công thức Fe_xO_y.

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

11. Phản ứng hoà tan Fe_xO_y


$2Fe_xO_y + (6x-2y)H_2SO_4 \rightarrow xFe_2(SO_4)_3 + (3x - 2y)SO_2 + (6x-2y)H_2$ (1)

Khí A là khí SO_2, khí này bị hấp thụ hoàn toàn bởi dung dịch NaOH dư nên chỉ tạo muối Na_2SO_3


$SO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$ (2)

64gam 126gam

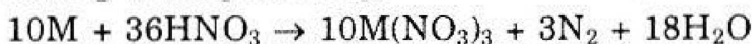
6,4gam 12,6gam

$$n_{Fe_2(SO_4)_3} = \frac{120}{400} = 0,3 \text{ mol}; \ n_{SO_2} = \frac{6,4}{64} = 0,1 \text{ mol}$$

Theo phương trình phản ứng (1) ta có: $\frac{(3x - 2y)}{x} = \frac{0,1}{0,3} = \frac{1}{3}$

Rút ra $\frac{x}{y} = \frac{3}{4}$. Công thức sắt oxit là Fe_3O_4.

12. Phương trình phản ứng:


$10M + 36HNO_3 \rightarrow 10M(NO_3)_3 + 3N_2 + 18H_2O$

x mol $\frac{3x}{10}$ mol


$8M + 30HNO_3 \rightarrow 8M(NO_3)_3 + 3N_2O + 15H_2O$

y mol $\frac{3y}{8}$ mol

$$\begin{cases} 0,3x + \frac{3y}{8} = \frac{604,8}{22400} = 0,027 \\ 28 \times 0,3x + 44 \times \frac{3y}{8} = 0,027 \times 2 \times 18,45 = 0,996 \\ M(x + y) = 2,16 \end{cases}$$

Giải các phương trình trên ta được M = 27 (Al).

13. Gọi M là kí hiệu, khối lượng nguyên tử của kim loại.

Gọi công thức của oxit M_xO_y có số mol là a.


$2M_xO_y + 2(nx - y)H_2SO_4 \rightarrow xM_2(SO_4)_n + (nx - 2y)SO_2 + 2(nx - y)H_2O$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng:

$$46,4 + 98a(nx - y) = 120 + \frac{2,24}{22,4} \times 64 + 18a(nx - y)$$

$$a(nx - y) = 1 \quad (1)$$

Số mol $SO_2 = \frac{(nx - 2y)a}{2} = 0,1 \rightarrow (nx - 2y)a = 0,2$ (2)

Từ (1) và (2) rút ra: $nxa = 1,8$ (3)

$ya = 0,8$ (4)

Thay giá trị $ya = 0,8$ vào phương trình $(xM + 16y)a = 46,4$

$xMa = 33,6$ (5)

Từ phương trình $\frac{(5)}{(3)} = \frac{xMa}{nxa} = \frac{33,6}{1,8}$. Rút ra $M = \frac{56}{3}n$

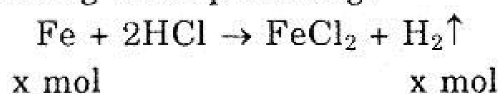
Vì M nguyên nên $n = 3 \rightarrow M = 56$; M là Fe.

Từ phương trình $\frac{(3)}{(4)} = \frac{nxa}{ya} = \frac{3x}{y} = \frac{1,8}{0,8} = \frac{9}{4} \rightarrow \frac{x}{y} = \frac{3}{4}$

Công thức của kim loại oxit: Fe_3O_4.

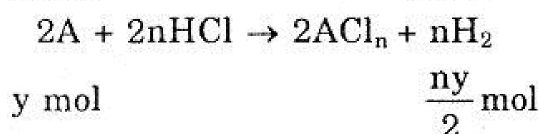
14. Gọi x, y là số mol Fe và kim loại A. Kí hiệu A là khối lượng nguyên tử của kim loại.

Các phương trình phản ứng:



$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$$

x mol x mol



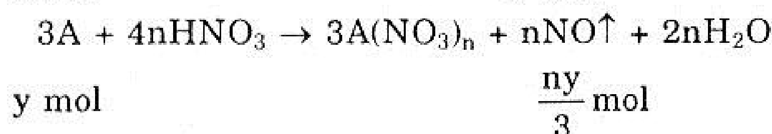
$$2A + 2nHCl \rightarrow 2ACl_n + nH_2$$

y mol $\frac{ny}{2}$ mol



$$Fe + 4HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$$

x mol x mol



$$3A + 4nHNO_3 \rightarrow 3A(NO_3)_n + nNO\uparrow + 2nH_2O$$

y mol $\frac{ny}{3}$ mol

Theo các phương trình phản ứng trên ta có: $\begin{cases} x + \frac{ny}{2} = \frac{1,064}{22,4} & (1) \\ x + \frac{ny}{3} = \frac{0,896}{22,4} & (2) \end{cases}$

Giải hệ phương trình trên ta có: $x = 0,025$

$ny = 0,045$ (3)

Mặt khác theo khối lượng của hỗn hợp:

$0,025 \times 56 + yA = 1,805$

$yA = 0,0405$ (4)

Từ phương trình $\frac{(4)}{(3)} = \frac{yA}{ny} = \frac{0,405}{0,045}$ Rút ra $A = 9n$

Nghiệm duy nhất là $n = 3$ và $y = 0,015$

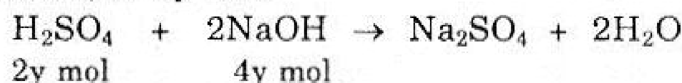
$$\%Fe = \frac{0,025 \times 56}{4,805} \times 100\% = 77,56\%$$

$$\%Al = 100 - 77,56 = 22,44\%.$$

15. Gọi x_1, x_2 là nồng độ 2 dung dịch NaOH và y là nồng độ dung dịch H_2SO_4

– Theo đầu bài khi trộn 1 lít A_1 với 1 lít $A_2 \rightarrow$ 2 lít dung dịch X chứa $(x_1 + x_2)$ mol NaOH.

– 2 lít H_2SO_4 có 2y mol



$$H_2SO_4 \ + \ 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

2y mol   4y mol

Nên ta có: $x_1 + x_2 = 4y$.   (1)

– Nếu trộn 2 lít A_1 với 1 lít A_2 → 3 lít dung dịch Y chứa $(2x_1+x_2)$ mol NaOH.

Trung hoà 3 lít dung dịch NaOH cần 3,25 lít H_2SO_4 có 3,25y mol, nên ta có:

$2x_1 + x_2 = 6,5y$ (2)

Giải hệ phương trình (1), (2) ta có $x_1 = 2,5y$; $x_2 = 1,5y$

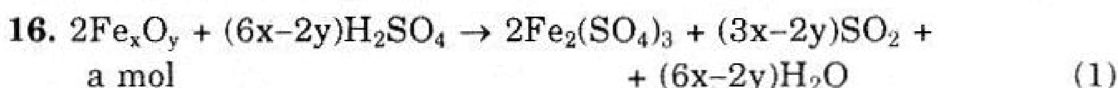
Theo đề bài, trung hoà 7 lít Z cần 6,75 lít B có 6,75y mol H_2SO_4

Theo phương trình phản ứng trung hoà:

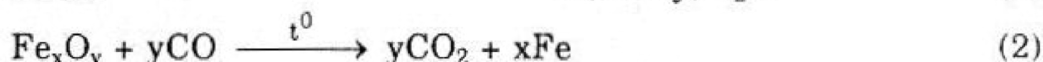
$$n_{NaOH} = 2n_{H_2SO_4} \Rightarrow n_{NaOH} = 13,5y$$

Gọi thể tích 2 dung dịch NaOH phải trộn là a, b lít

$$\begin{cases} 2,5ya + 1,5yb = 13,5y \\ a + b = 7 \end{cases} \Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{3}{4}$$



16. $2Fe_xO_y + (6x-2y)H_2SO_4 \rightarrow 2Fe_2(SO_4)_3 + (3x-2y)SO_2 +$
a mol $+ (6x-2y)H_2O$ (1)



$$Fe_xO_y + yCO \xrightarrow{t^0} yCO_2 + xFe \quad (2)$$



$$2Fe + 6H_2SO_4 \rightarrow 2Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O \quad (3)$$

Theo (1): $n_{SO_2} = \frac{3x-2y}{2}a$

Theo (2), (3): $n_{SO_2} = \frac{3}{2}ax \Rightarrow \frac{3ax}{3x-2y} = \frac{9V}{V} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{3}{4} \Rightarrow Fe_3O_4$.

17. Phản ứng hoà tan Fe_xO_y:



$2Fe_xO_y + (6x-2y)H_2SO_4 \rightarrow xFe_2(SO_4)_3 + 93x-2y)SO_2 + (6x-2y)H_2O$ (1)

Khí A là khí SO_2, khí này bị hấp thụ hoàn toàn bởi dung dịch NaOH dư nên chỉ tạo muối Na_2SO_3.



$SO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$ (2)

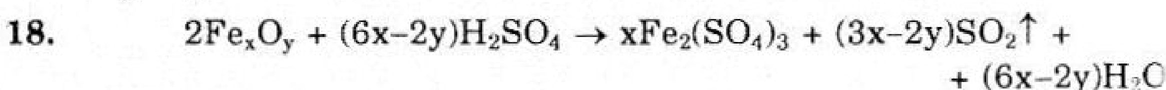
64g   126g

6,4g   12,6g

$$n_{Fe_2(SO_4)_3} = \frac{120}{400} = 0,3mol; \ n_{SO_2} = \frac{6,4}{64} = 0,2 \text{ mol}$$

Theo phương trình phản ứng (1) ta có: $\frac{3x-2y}{x} = \frac{0,1}{0,3} = \frac{1}{3}$

Rút ra $\frac{x}{y} = \frac{3}{4}$, công thức sắt oxit là Fe_3O_4.



18. $2Fe_xO_y + (6x-2y)H_2SO_4 \rightarrow xFe_2(SO_4)_3 + (3x-2y)SO_2\uparrow +$
$+ (6x-2y)H_2O$

$$n_{SO_2} = 0,1 \text{ mol} ; \ n_{Fe_2(SO_4)_3} = \frac{120}{400} = 0,3 \text{ mol}$$

$$\frac{3x-2y}{x} = \frac{0,1}{0,3} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{3}{4} \Rightarrow Fe_3O_4.$$

Chương 8

TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG VÀ CÂN BẰNG HÓA HỌC

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NHỚ

I- Tốc độ phản ứng hóa học

1. Công thức tổng quát tính tốc độ phản ứng trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2 là :

$$\bar{v} = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

Trong đó:

- $\bar{v}$ là tốc độ trung bình của phản ứng trong khoảng thời gian $t_1 \rightarrow t_2$.
- $+\Delta C$ là biến thiên nồng độ chất sản phẩm

  $-\Delta C$ là biến thiên nồng độ chất tham gia.

2. Biểu thức tính tốc độ phản ứng:

Ví dụ : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

$V = k.[N_2].[H_2]^3$ k là hằng số tốc độ phản ứng.

2. Tốc độ phản ứng tăng khi:

a) nồng độ chất phản ứng tăng.

b) áp suất chất phản ứng tăng (nếu là chất khí).

c) nhiệt độ tăng.

Sự phụ thuộc tốc độ phản ứng vào nhiệt độ được tính theo công thức sau:

$$v_{t_2} = v_{t_1}.k_t^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

v_{t_1}, v_{t_2} là tốc độ phản ứng ở nhiệt độ t_1, t_2

k_t là hệ số nhiệt độ cho biết tốc độ phản ứng tăng lên bao nhiêu lần khi nhiệt độ tăng lên 10^0C.

II- Cân bằng hóa học

1. Cân bằng hóa học

– Cân bằng hóa học là trạng thái của phản ứng thuận nghịch khi tốc độ phản ứng thuận bằng tốc độ của phản ứng nghịch.

– Hằng số cân bằng K của phản ứng xác định chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ, không phụ thuộc vào nồng độ chất phản ứng.

2. Nguyên lí Le Chatelier

Sự chuyển dịch cân bằng là sự phá vỡ cân bằng cũ, chuyển sang một trạng thái cân bằng mới do tác động của bên ngoài (sự biến đổi nồng độ, áp

suất, nhiệt độ) được thể hiện trong nguyên lí Le Chatelier.

a) Khi tăng nồng độ một chất nào (trừ chất rắn) trong cân bằng, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều phản ứng làm giảm nồng độ chất đó và ngược lại.

b) Khi tăng áp suất chung của hệ cân bằng, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều phản ứng có số mol khí ít hơn và ngược lại.

Lưu ý: Khi phản ứng ở trạng thái cân bằng, nếu số mol khí ở hai vế của phương trình bằng nhau thì khi tăng áp suất cân bằng sẽ không chuyển dịch.

c) Khi tăng nhiệt độ, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều phản ứng thu nhiệt và ngược lại.

B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Hai mẩu đá vôi hình cầu có cùng thể tích là $10{,}00cm^3$.

a) Tính diện tích mặt cầu của mỗi mẩu đá đó.

b) Nếu chia một mẩu đá trên thành 8 quả cầu bằng nhau, mỗi quả cầu có thể tích là $1{,}25cm^3$. So sánh tổng diện tích mặt cầu của 8 quả cầu đó với diện tích mặt cầu của mẩu đá $10{,}00cm^3$.

Cho mỗi mẩu đá trên (một mẩu với thể tích $10{,}00cm^3$, mẩu kia gồm 8 quả cầu nhỏ) vào mỗi cốc đều chứa dung dịch HCl cùng nồng độ. Hỏi tốc độ phản ứng trong cốc nào lớn hơn? Giải thích.

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) Diện tích mặt cầu của mỗi mẩu đá:

Áp dụng công thức tính thể tích và diện tích khối cầu:

$$V = \frac{4}{3}\pi.r^3; \qquad 10 = \frac{4}{3}\pi r^3 \quad \rightarrow \quad r = \sqrt[3]{\frac{10.3}{4.\pi}}$$

$$S = 4.\pi.r^3 = 4.\pi.\sqrt[3]{\left(\frac{30}{4.\pi}\right)^2} \quad \rightarrow \quad S = 4.\pi.\sqrt[3]{5,7}\,.$$

b) $$S_{nhỏ} = 4.\pi.\sqrt[3]{\left(\frac{1,25.3}{4.\pi}\right)^2} = 4\pi\sqrt[3]{0,09} \quad \rightarrow \quad \sum S_{nhỏ} = 32.\pi\sqrt[3]{0,09}$$

$$\frac{\sum S_{nhỏ}}{S_{lớn}} = \frac{32.\pi.\sqrt[3]{0,09}}{4.\pi.\sqrt[3]{5,7}} = 8.\sqrt[3]{0,016} = 2\,.$$

Tốc độ phản ứng trong cốc chứa 8 quả cầu nhỏ sẽ lớn hơn, do diện tích tiếp xúc với dung dịch HCl lớn hơn.

2. Có cân bằng sau:



$$2A\ (k) + B\ (k) \rightleftharpoons C\ (k) + D\ (k)$$

Cho 10 mol khí A và 4 mol khí B vào 1 bình dung tích 8 lít ở nhiệt độ

không đổi 20^0C. Khi đạt cân bằng trong hỗn hợp còn lại 30% lượng chất B ban đầu. Tính các giá trị K_p và K_c của phản ứng tại nhiệt độ trên.

HƯỚNG DẪN GIẢI

	2A	+ B	⇌ C	+ D
Ban đầu:	10	4		
Phản ứng:	2 × 4 × 0,7	4 × 0,7	4 × 0,7	4 × 0,7
Cân bằng:	4,4	1,2	2,8	2,8

Nồng độ lúc cân bằng:

$[A] = 0{,}55M; \quad [B] = 0{,}15M; \quad [C] = [D] = 0{,}35M$

$$K_C = \frac{0,35 \times 0,35}{(0,55)^2 \times 0,15} = 2,7$$

$$K_p = K_C\,(RT)^{\Delta m} = K_C\left(\frac{22,4}{273} \times 293\right)^{-1} = 0,1123.$$

3. Có cân bằng:



$$COCl_2\ (k) \rightleftharpoons CO\ (k) + Cl_2\ (k)$$

Ở 550^0C, 1atm mức độ phân hủy của $COCl_2$ là 77%. Tính K_p, K_C.

HƯỚNG DẪN GIẢI

	$COCl_2$ ⇌	CO	+ Cl_2
Ban đầu:	1		
Phản ứng:	α	α	α
Cân bằng:	1 − α	α	α

$$P_{CO} = P_{Cl_2} = \frac{P.\alpha}{1+\alpha}; \qquad P_{COCl_2} = P.\frac{1-\alpha}{1+\alpha}$$

$$K_p = \frac{P_{CO}.P_{Cl_2}}{P_{COCl_2}} = \frac{P.\alpha^2}{1-\alpha^2} \rightarrow K_p = \frac{1 \times (0,77)^2}{1-(0,77)^2} = 1,456$$

$$K_C = K_p\,(RT)^{-1} = 1,456.\left(\frac{22,4 \times 823}{273}\right)^{-1} = 0,0215.$$

4. Có cân bằng sau: $N_2O_4\ (k) \rightleftharpoons 2NO_2\ (k)$

a) Cho 18,4 gam N_2O_4 vào bình kín dung tích 5,904 lít ở 27^0C. Lúc cân bằng, áp suất của hỗn hợp khí trong bình là 1atm. Tính áp suất riêng phần của NO_2 và N_2O_4 lúc cân bằng?

b) Nếu giảm áp suất của hệ lúc cân bằng xuống còn 0,5 atm thì áp suất riêng phần của NO_2 và N_2O_4 lúc này là bao nhiêu? Kết quả có phù hợp với nguyên lí Le Chatelier hay không?

HƯỚNG DẪN GIẢI

a) $$n_{N_2O_4} = \frac{m}{M} = \frac{18,4}{92} = 0,2\,(mol)$$



$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$

Ban đầu :	0,2 mol	0 mol
Lúc cân bằng :	0,2 – x	2x

Tổng số mol các chất có trong hệ lúc cân bằng:

$$(0,2 - x) + 2x = 0,2 + x\ (mol)$$

$$0,2 + x = \frac{PV}{RT} = \frac{1.5,904}{0,082.(273 + 27)} = 0,24\,(mol)$$

Ở đây x là số mol N_2O_4 bị phân hủy theo phản ứng khi đạt đến cân bằng:

$$x = 0,24 - 0,2 = 0,04\ (mol)$$

Số mol NO_2 lúc cân bằng: $0,04 \times 2 = 0,08\ (mol)$

Số mol N_2O_4 lúc cân bằng: $0,2 - 0,04 = 0,16\ (mol)$

Số mol khí N_2O_4 gấp đôi số mol khí NO_2 nên áp suất của N_2O_4 cũng gấp hai lần áp suất của NO_2.

Vậy: $P_{NO_2} = \frac{1}{3}(atm)$ và $P_{N_2O_4} = \frac{2}{3}(atm)$

$$(P_i = \frac{n_i}{V}RT)$$

$$K_p = \frac{P^2_{NO_2}}{P_{N_2O_4}} = \frac{\left(\frac{1}{3}\right)^2}{\frac{2}{3}} = \frac{1}{6}.$$

b) Trường hợp giảm áp suất của hệ lúc cân bằng xuống bằng 0,5 atm, ta đặt P_{NO_2} khi cân bằng là p thì áp suất của N_2O_4 khi cân bằng là : (0,5 – p).

Từ đó:

$$K_p = \frac{1}{6} = \frac{p^2}{0,5 - p} \quad \Rightarrow \quad 6p^2 + p - 0,5 = 0$$

$$P_{NO_2} = 0,217\,(atm); \qquad P_{N_2O_4} = 0,283\,(atm)$$

Kết quả: $\frac{P_{NO_2}}{P_{N_2O_4}} = \frac{0,217}{0,283} \approx 0,77$

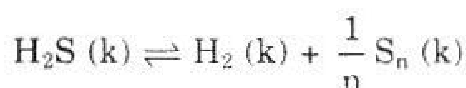
So sánh với trường hợp trên:

Kết quả: $\frac{P_{NO_2}}{P_{N_2O_4}} = \frac{1}{3}.\frac{3}{2} = 0,5.$

Vậy khi giảm áp suất của hệ xuống thì cân bằng chuyển dịch sang phía làm tăng áp suất của hệ lên, nghĩa là sang phía có nhiều phân tử khí hơn (từ trái sang phải), điều đó phù hợp với nguyên lí Le Chatelier.

5. Cho khí H_2S vào bình chân không dung tích không đổi ở 711K. Ở nhiệt độ này sự phân hủy H_2S có thể bỏ qua. Áp suất trong bình là 0,6 atm. Nâng nhiệt độ của bình lên 1185K thì áp suất trong bình là 1,07 atm.

Hỏi ở 1185K, khí H_2S có bị phân hủy theo phương trình sau không ?



$$H_2S\ (k) \rightleftharpoons H_2\ (k) + \frac{1}{n} S_n\ (k)$$

Tính áp suất S_n.

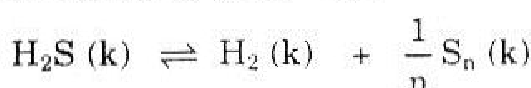
HƯỚNG DẪN GIẢI

Giả sử ở 1185K, H_2S (k) không bị phân hủy thì số mol H_2S không đổi = a mol.

$$\begin{matrix} P_1V = aRT_1 \\ P_2V = aRT_2 \end{matrix} \quad \Rightarrow \quad \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

Thử lại: $\dfrac{1,07}{0,60} \neq \dfrac{1185}{711}$

Vậy H_2S (k) ở 1185K đã bị phân hủy.



$$H_2S\ (k) \rightleftharpoons H_2\ (k) + \frac{1}{n} S_n\ (k)$$

ban đầu:	a	0	0 (mol)
cân bằng:	a – x	x	$\frac{x}{n}$ (mol)

⇒ Số mol hỗn hợp sau phản ứng của H_2S và H_2 bằng số mol H_2S ban đầu.

$$\begin{matrix} P_1V = aRT_1 \\ P'V = aRT_2 \end{matrix} \quad \text{với} \quad P_{H_2S} + P_{H_2} = P'$$

$$\Rightarrow \quad \frac{P'}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \Rightarrow \quad P' = \frac{0,6 \times 1185}{711} = 1,00\,\text{atm}$$

$$\Rightarrow \quad P_{S_n(khí)} = 1,07 - 1,00 = 0,07\ \text{atm.}$$

6. Cho khí etan vào 1 bình kín thể tích không đổi, áp suất khí trong bình đo được là 150 mmHg, sau 50 giây áp suất đo được là 200 mmHg. Hãy tính:

a) Áp suất riêng phần của C_2H_6 (k), H_2 (k), C_2H_4 (k) tại t = 50 giây.

b) Tốc độ phản ứng đó theo $mol.L^{-1}.s^{-1}$.

c) Độ phân li của C_2H_6.

Biết rằng thí nghiệm được thực hiện tại 350^0C.

HƯỚNG DẪN GIẢI



a) $C_2H_6 (k) \rightarrow C_2H_4 (k) + H_2 (k)$

Ban đầu : 150

Phản ứng : a a a

Sau phản ứng : 150 – a a a

$$150 - a + a + a = 200 \Rightarrow a = 50$$

$$\Rightarrow P_{C_2H_4} = P_{H_2} = 50\,mmHg$$

$$P_{C_2H_6} = 150 - 50 = 100\,mmHg.$$

b) $V_{pứ} = \dfrac{d[C_2H_6]}{dt}$ Công nhận khí lí tưởng nên:

$$\Rightarrow PV = nRT \Rightarrow \frac{n}{V} = \frac{P}{RT} = C = \frac{50}{760}.\frac{273}{22,4.623} = 1,287.10^{-3}\ mol/l$$

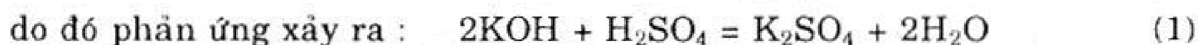
$$\Rightarrow V_{pứ} = \frac{1,287.10^{-3}}{50} = 2,57.10^{-5}\ mol/l.s.$$

c) $$\alpha = \frac{P_{pứ}}{P_{đầu}} = \frac{50}{100} = 0,5 = 50\%.$$

7. Thực nghiệm cho biết: sau 0,75 giây thì 30ml dung dịch KOH 1M trung hòa vừa hết 30ml dung dịch H_2SO_4 0,5M. Hãy xác định tốc độ của phản ứng đó theo lượng KOH và theo lượng H_2SO_4. Kết quả thu được ở mỗi trường hợp đó có hợp lí không? Tại sao?

HƯỚNG DẪN GIẢI

$$n_{KOH} = 0,03; \quad n_{H_2SO_4} = 0,015; \quad \frac{n_{KOH}}{n_{H_2SO_4}} = 2$$



do đó phản ứng xảy ra : $2KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2H_2O$ (1)

Tốc độ trung bình của phản ứng (1) tính theo lượng

– KOH là: $\dfrac{\Delta n}{\Delta t} = \dfrac{0,03}{0,75} = 0,04$ (mol/giây).

– H_2SO_4 là: $\dfrac{\Delta n}{\Delta t} = \dfrac{0,015}{0,75} = 0,02$ (mol/giây).

Như vậy kết quả hợp lí, mặc dù hệ số của hai chất không trùng nhau ở phản ứng (1) nhưng ở đây có sự biến thiên số mol thay cho biến thiên nồng độ.

BÀI TẬP NÂNG CAO



8. Phản ứng : $2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$

Làm thí nghiệm ở 30^0C thu được kết quả :

	$[N_2O_5]$ (mol/lít)	Tốc độ phản ứng (v) $(mol.l^{-1}.s^{-1})$
TN1	0,170	$1,39.10^{-5}$
TN2	0,340	$2,78.10^{-5}$
TN3	0,680	$5,56.10^{-5}$

a) Viết biểu thức tính tốc độ phản ứng.

b) Tính hằng số tốc độ phản ứng.

c) Tính tốc độ phản ứng ở 30^0C khi $[N_2O_5] = 0,54$ mol/lít.

9. Tại 25^0C phản ứng: $2N_2O_5\ (k) \rightarrow 4NO\ (k) + O_2\ (k)$ có hằng số tốc độ là $k = 1,8.10^{-5}\ s^{-1}$; biểu thức tốc độ phản ứng $C = K.C_{N_2O_5}$. Phản ứng trên xảy ra trong bình kín thể tích 20,0 lít không đổi.

Ban đầu lượng N_2O_5 cho vừa đầy bình, ở thời điểm khảo sát áp suất riêng phần của N_2O_5 là 0,070 atm. Giả thiết các khí đều là khí lí tưởng. Tính tốc độ phản ứng.

10. Đối với phản ứng: $2NOCl \rightleftharpoons 2NO + Cl_2$. Năng lượng hoạt hóa bằng 100 kJ/mol. Ở 300^0K hằng số tốc độ bằng $8.10^{-6}\ mol^{-1}.l.s^{-1}$. Tính hằng số tốc độ ở 400^0K.

11. Cho 0,03 mol N_2O_4 (k) vào bình chân không dung tích $0,5dm^3$ duy trì ở 45^0C xảy ra phản ứng:



$$N_2O_4\ (k) \rightleftharpoons 2NO_2\ (k)$$

Khi cân bằng được thiết lập có 63% N_2O_4 bị phân hủy thành NO_2. Tính hằng số K của phản ứng.

12. Hằng số cân bằng K_p của phản ứng:



$$CO\ (kh) + H_2O\ (kh) \rightleftharpoons CO_2\ (kh) + H_2\ (kh) \quad \text{ở } 986^0C \text{ là } 0,63.$$

Một hỗn hợp 1 mol hơi nước và 3 mol CO đạt đến cân bằng ở nhiệt độ này dưới áp suất chung 2 atm. Hỏi:

a) Có bao nhiêu mol H_2 được tạo thành trong hệ lúc cân bằng.

b) Áp suất riêng phần của mỗi khí lúc cân bằng là bao nhiêu ?

13. Cho phản ứng $2SO_2\ (k) + O_2\ (k) \rightleftharpoons 2SO_3\ (k)$ biết ở 700K và áp suất 1 atm thành phần của hệ khi cân bằng là 0,21 mol SO_2; 10,3 mol SO_3; 5,37 mol O_2 và 84,12 mol N_2.

Hãy xác định: – Hằng số cân bằng K_p.

– Thành phần của hỗn hợp ban đầu.

– Độ chuyển hóa của $SO_2 \rightarrow SO_3$.

14. Cho phản ứng: $2SO_2\ (k) + O_2\ (k) \rightleftharpoons 2SO_3\ (k) + 44$ Kcal

a) Giả sử ở nhiệt độ T, một hỗn hợp cân bằng trong một bình cầu 1 lít có thành phần sau đây:

$SO_3 = 0,6$ mol; $SO_2 = 0,2$ mol; $O_2 = 0,3$ mol. Tính K_C ?

b) Giả sử thể tích bình chứa tăng gấp đôi ở nhiệt độ T, hỗn hợp có thành phần trên sẽ biến đổi như thế nào?

c) Nếu tăng nhiệt độ lên, cân bằng sẽ chuyển theo chiều nào?

d) Dự đoán điều kiện đúng để thực hiện sự điều chế SO_3 trong công nghiệp trên phương diện cân bằng hóa học và trên thực tế sản xuất.

15. Cho cân bằng : $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$.

Cho 18,4 gam N_2O_4 vào bình chân không dung tích 5,9 lít ở 27^0C. Khi đạt tới trạng thái cân bằng, áp suất đạt 1 atm. Cũng với khối lượng đó của N_2O_4 nhưng ở nhiệt độ 110^0C thì ở trạng thái cân bằng nếu áp suất vẫn 1 atm thì thể tích hỗn hợp khí đạt 12,14 lít.

a) Tính % N_2O_4 bị phân li ở 27^0C và 110^0C.

b) Tính hằng số cân bằng ở hai nhiệt độ trên, từ đó rút ra phản ứng tỏa hay thu nhiệt.

16. Cho n mol rượu etylic và 1 mol axit axetic vào bình cầu rồi thêm nước vào cho được 100ml. Tạo điều kiện thực hiện phản ứng este hóa cho đến khi đạt trạng thái cân bằng có $K_{cb} = 4$.

a) Thiết lập biểu thức cân bằng và tìm nồng độ của este theo n lúc cân bằng.

b) Hiệu suất phản ứng este có tùy thuộc vào n không?

c) Cho n = 2. Tìm khối lượng este thu được.

Biết phản ứng este : $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

17. a) Đưa toàn bộ 11,2 lít NH_3 trên vào một bình khí có V = 1 lít và nung một thời gian ở nhiệt độ không đổi. Khi đạt đến cân bằng có 40% NH_3 bị phân tách thành N_2 và H_2. Tính K_{cb}.

b) Nếu ở nhiệt độ này người ta lấy hết NH_3 ra khỏi hệ thống, cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều nào? Tính số mol N_2, H_2, NH_3 khi đạt đến cân bằng mới.

18. Cho cân bằng hóa học:



$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3, \quad \Delta H = -92 \text{ (kJ/mol)}$$

a) Nếu ban đầu $n_{N_2} : n_{H_2} = 1 : 3$ khi hệ đạt trạng thái cân bằng ở 450^0C, 300 atm thì NH_3 chiếm 36% thể tích. Tính hằng số cân bằng K_p.

b) Giữ nhiệt độ không đổi (ở 450^0C) cần tiến hành dưới áp suất bao nhiêu để khi đạt tới trạng thái cân bằng NH_3 chiếm 50% thể tích?

ĐÁP SỐ VÀ HƯỚNG DẪN GIẢI

8. $v = k.[N_2O_5]^a$

$v_1 = k(0{,}170)^a = 1{,}39.10^{-5}$

$v_2 = k(0{,}340)^a = 2{,}78.10^{-5}$

$$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{(0,340)^a}{(0,170)^a} = \frac{2,78.10^{-5}}{1,39.10^{-5}}$$

$$= 2^a = 2 \quad \Rightarrow \quad a = 1.$$

a) Biểu thức tính tốc độ : $v = k[N_2O_5]$.

b) $k = \frac{1,39.10^{-5}}{0,170.10} = 8,176.10^{-5}.s^{-1}$.

c) Khi $[N_2O_5] = 0,54$ mol/lít $\Rightarrow$ $v = k.[N_2O_5]$

$v = 8,176.10^{-5}(s^{-1}).0,54$ mol/lít $= 4,415.10^{-5}$ mol/l^{-1}, s^{-1}.

9. Ta có tốc độ phản ứng tính theo biểu thức:

$$V = kC_{N_2O_5} \qquad (1)$$

Ta đã có k, cần tính $C_{N_2O_5}$ tại điểm đang xét.

$$p_iV = n_iRT \quad \Rightarrow \quad C_{N_2O_5} = \frac{n_{N_2O_5}}{V} = p_i : RT \qquad (2)$$

$$\Rightarrow \quad C_{N_2O_5} = 0,07 : 0,082 \times 298 = 2,8646.10^{-3}\ mol^{-1}$$

Từ (1) ta suy ra

$$V_{\text{phản ứng}} = 1,8.10^{-5} \times 2,8646.10^{-3} = 5,16.10^{-8}\ mol.l^{-1}s^{-1}. \qquad (3)$$

10. $$\lg\frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = \frac{E}{2,303R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

$$\Rightarrow \lg\frac{k_{400}}{8.10^{-6}} = \frac{10^5}{2,303.8,314}\left(\frac{1}{300} - \frac{1}{400}\right)$$

$\Rightarrow k_{400} = 5.9.10^{-4}\ mol^{-1}.1.s^{-1}$.

11. Xét phản ứng:


$$N_2O_4\ (k) \rightleftharpoons 2NO_2\ (k)$$

Số mol ban đầu:	0,003 mol	0 mol
Số mol phản ứng:	x mol	2x mol
Số mol khi cân bằng:	0,003 – x	2x

$$x = 0,003.\frac{63}{100} = 0,00189\ mol\ ;$$

Số mol N_2O_4 = 0,003 – 0,00189 = 0,00111 mol ;

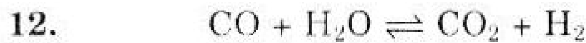
Số mol NO_2 = 2.0,00189 = 0,00378 mol

$$[N_2O_4] = \frac{0,001111}{0,5} = 0,00222 \text{ mol/l}$$

$$[NO_2] = \frac{0,00378}{0,5} = 0,00756 \text{ mol/l}$$

$$K_C = \frac{[0,00756]^2}{[0,00222]} \approx 2,57.10^{-2}.$$

12.



$$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$$

Ban đầu	3	1	0	0
[ ]	3–x	1–x	x	x

Tổng số mol khí tại thời điểm cân bằng:

$$\sum n = 3 - x + 1 - x + x + x = 4$$

$$K_P = \frac{P_{CO_2}.P_{H_2}}{P_{CO}.P_{H_2O}} = \frac{\frac{x}{4}PC.\frac{x}{4}PC}{\frac{3-x}{4}PC\frac{(1-x)P}{4}PC} = 0,63$$

$0,37x^2 + 2,52x - 1,89 = 0$

$x = 0,68$: phù hợp

vậy số mol H_2 tại thời điểm cân bằng = 0,68 mol

$n_{CO_2} = nH_2 = 0,68 \text{ mol}$

$n_{NO} = 3 - x = 2,32 \text{ mol}$

$n_{H_2O} = 1 - x = 0,32 \text{ mol}$

Áp suất riêng phần mỗi khí

$$P_{H_2} = P_{CO_2} = \frac{x}{4}PC = \frac{0,68}{4}.2 = 0,34 \text{ atm}$$

$$P_{CO} = \frac{3-x}{4}PC = \frac{2,32}{4}.2 = 1,16 \text{ atm}$$

$$P_{H_2O} = \frac{1-x}{4}PC = \frac{0,32}{4}.2 = 0,16 \text{ atm}.$$

13. – Số mol khí ở trạng thái cân bằng: 0,21 + 10,3 + 5,37 + 84,12 = 100 mol

– Thành phần % khí khi có cân bằng: 0,21% SO_2; 10,30% O_2; 12% N_2

– Áp suất ở điều kiện cân bằng 700^0K và 1 atm

$$K_P = \frac{9,1030)^2}{(0,0021)^2 \times 0,0537} = 4,48.10^{-4}$$

– Thành phần của hỗn hợp ban đầu

0,21 + 10,30 = 10,5a mol SO_2

5,37 + 5,15 = 10,52 mol O_2 và 84,12 mol N_2

– Độ chuyển hóa $SO_2 \rightarrow SO_3$

$$\alpha = \frac{10,3}{10,51} = 0,98 \quad \rightarrow \quad 98\%.$$

14. a)  $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + 44kcal$

$$K_c = \frac{0,6^2}{0,2^2.0,3} = 30\ (mol/l)^{-1}$$

b) V bình tăng gấp 2 ⇒ nồng độ mỗi chất giảm 2 lần

$$\Rightarrow \quad \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{\left(\frac{0,6}{2}\right)^2}{\left(\frac{0,2}{2}\right)^2\frac{0,3}{2}} = 60 > K_C$$

⇒ cân bằng phải chuyển theo chiều nghịch.

c) Tăng nhiệt độ: cân bằng chuyển theo chiều thu nhiệt là chiều nghịch.

d) Dự đoán:

– Lí thuyết: giảm t^0, tăng p, tăng nồng độ SO_2 và O_2, giảm nồng độ SO_3

– Thực tế: t^0: 400 – 500^{0}C p: 30 at xúc tác: V_2O_5.

15.  a) Số mol N_2O_4 ban đầu: $n_đ = 18,4 : 92 = 0,2$ mol

 $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

Bđ:	0,2	0	$n_đ = 0,2$
Ph.ư:	x	2x	
Sau:	(0,2 – x)	2x	$n_s = 0,2 + x$

Số mol hỗn hợp khí sau là:

$$(0,2 + x_1) = \frac{1 \times 5,9}{22,4} \times \frac{273}{(273 + 27)} = 0,23969$$

$$\Rightarrow x_1 = 0,03969 \Rightarrow \quad \%N_2O_4 \text{ bị phân hủy} = \frac{0,03969}{0,2} \times 100\% = 19,845\%$$

$$\text{Và } 110^0C \text{ là:} \quad (0,2 + x) = \frac{1 \times 12,14}{22,4} \times \frac{273}{(273 + 110)} = 0,3863$$

$$\Rightarrow x_2 = 0,1863 \quad \Rightarrow \%N_2O_4 \text{ bị phân hủy} = \frac{0,1863}{0,2} \times 100\% = 93,15\%.$$

b) Tính K:

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{0,2 - x}{V}\right)} = \frac{4x^2}{V(0,2 - x)}$$

Ở 27^{0}C : V_1 = 5,9 lít; x_1 = 0,03969 mol

$$K = \frac{4 \times (0,03969)^2}{5,9(0,2 - 0,03969)} = 6,66.10^{-3}$$

Ở 110^0C: V_2 = 12,14 lít; x_2 = 0,1863 mol

$$K = \frac{4 \times (0,1863)^2}{12,14(0,2 - 0,1863)} = 0,8347$$

Ta thấy khi nhiệt độ tăng số mol N_2O_4 phân hủy tăng và hằng số cân bằng cũng tăng ⇒ phản ứng thu nhiệt.

16. *Phương trình phản ứng este hóa :*



$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

C	1 mol	n mol	0	0
[ ]	1 – x	n – x	x	x

a) Gọi x là nồng độ este lúc cân bằng.

Ta có: $K_{cb} = \frac{x \times x}{(n - x)(1 - x)} = 4$

Với điều kiện x < n và x < 1 : $3x^2 - 4(n + 1)x + 4n = 0$

$$\Rightarrow \quad x = \frac{2(n - 1) \pm 2\sqrt{n^2 - n + 1}}{3}$$

Với x < 1 có nghiệm : $x = \frac{2}{3}(n + 1 - \sqrt{n^2 - n + 1})$.

b) Hiệu suất phản ứng este hóa:

$$H = \frac{x}{1} = \frac{\text{Số mol este}}{\text{Số mol axit}} = \frac{2}{3} = (n + 1) - \sqrt{n^2 - n + 1}$$

Nên hiệu suất tùy thuộc vào n.

c) Khi n = 2 ⇒ $x = \frac{2}{3}(3 - \sqrt{3}) = 0,866$ mol/l số mol este lúc cân bằng có phương trình : $x = \frac{0,866 \times 100}{1000} = 0,086$ mol

Vậy $m_{este} = 88 \times 0,0866 = 7,62$ gam.

17. a) Khi nung NH_3 bị phân li : $2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$

$n_{NH_3 \text{ bị phân li}} = 0,5.0,4 = 0,2$ mol

Khi cân bằng, ta có:

$n_{N_2} = \frac{1}{2} n_{NH_3} = 0,1$ mol

$n_{H_2} = 0,3$ mol

$n_{NH_3 \text{ còn lại}} = 0,5 - 0,2 = 0,3$ mol

Hằng số cân bằng:

$$K = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2} = \frac{0,1.033}{032} = 0,03 \text{ (vì V = 1l)}.$$

b) Nếu lấy NH_3 ra khỏi hệ, cân bằng sẽ dịch chuyển theo chiều nghịch (cho NH_3)

Ban đầu : $[NH_3] = 0$; $[N_2] = 0,1M$; $[H_2] = 0,3M$

Giả sử có x mol N_2 phản ứng với 3x mol H_2 cho ra 2 mol NH_3 ($x < 0,1$)

Khi đến cân bằng mới ta có:

$[N_2] = 0,1 - x$ (M); $[H_2] = 0,3 - 0,3x$ (M); $[NH_3] = 2x$ (M)

Vì t^0 không đổi nên K = 0,03

$$0,03 = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2}$$

$\rightarrow 3x^2 - 0,8x + 0,03 = 0$

$\rightarrow x = 0,22$ (loại vì $x < 0,1$) $\vee$ $x = 0,045$

Vậy số mol ở trạng thái cân bằng mới là:

$n_{N_2} = 0,1 - 0,045 = 0,055$ (mol)

$n_{H_2} = 3.0,055 = 0,165$ (mol)

$n_{NH_3} = 2.0,045 = 0,09$ (mol).

118. Phương trình hóa học của phản ứng: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

a) Gọi x_1, x_2, x_3 lần lượt là % thể tích (cũng là % số mol) ở trạng thái cân bằng của N_2, H_2, NH_3 ta có tỉ lệ số mol $N_2 : H_2$ vẫn là 1 : 3 và như vậy thì

$$x_3 = 0,36; \quad x_1 = \frac{0,64}{4} = 0,16 \;; \quad x_2 = 0,48$$

$$\text{Vậy : } K_p = K_x.p^{\Delta n} = \frac{x_3^2}{x_1.x_2^3.p^2} = \frac{(0,36)^2}{0,16.(0,48)^3.300^2} = 8,14.10^{-5}.$$

b) Theo điều kiện cân bằng khi giữ hệ ở nhiệt độ không đổi:

$$x_3 = 0,5 \;; \quad x_1 = \frac{0,5}{4} = 0,125 \;; \quad x_2 = 0,375$$

$$\Rightarrow \quad K = \frac{(0,5)^2}{0,125.(0,375)^3.p^2} = 8,14.10^{-5}$$

Từ đó rút ra p.

MỤC LỤC

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

16 Hàng Chuối - Hai Bà Trưng - Hà Nội

Điện thoại: (04) 9715012; (04) 7547936. Fax: (04) 9714899

E-mail: nxb@ vnu.edu.vn

★ ★ ★

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc: PHÙNG QUỐC BẢO

Tổng biên tập: PHẠM THÀNH HƯNG

Chịu trách nhiệm nội dung:

Biên tập: THANH TIẾN

Trình bày bìa: VÕ THỊ THỪA

HOÁ HỌC CƠ BẢN VÀ NÂNG CAO THPT 10

Mã số: 1L- 35 ĐH 2006

In 2.000 cuốn, khổ 16 x 24 cm tại Xí nghiệp in số 5 TP. HCM

Số xuất bản: 85 - 2006/CXB/55- 01/ĐHQGHN, ngày 24/01/2006.

Quyết định xuất bản số: 109 LK/XB.

In xong và nộp lưu chiểu quý II năm 2006.